TESIS USS

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

MECANISMOS DE TRANSICIÓN PARA LA MIGRACIÓN DE IPV4 – IPV6

PARA LA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

Autor:

Bach. Chinguel Rodriguez Milagros Maribel

Asesor:

Mg. Tuesta Monteza Víctor Alexci

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información

Pimentel- Perú

2020

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en mi camino y permitirme vivir día a día con mis seres queridos.

A mi madre Julia por todo su apoyo, esfuerzo y dedicación, por ser un ejemplo de mujer, por acompañarme en cada etapa de mi vida y por los sacrificios que ha realizado para que yo pueda culminar mis estudios superiores con éxito.

A mi padre Gregorio, a mis abuelos, hermanos Dani y Rosita que siempre me guían desde el cielo.

A mis hermanos Andres, Nilda, Segundo, Jorge y Edita por toda su ayuda brindada, siempre supieron aconsejarme y llevar de la mano por el camino del bien.

Todos ellos jugaron un papel muy importante, dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante y no darme por vencida.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir con mis seres queridos este logro tan importante de mi vida.

A mi familia por estar siempre conmigo y apoyarme en todos estos años de mi vida.

A mis amigos, docentes y administrativos de la Universidad Señor de Sipán que supieron brindar sus conocimientos para poder aprender día a día, además de brindarme la oportunidad de participar en eventos relacionados a mi carrera, que me sirvieron para forjarme como una profesional.

A la Ing. Miriam Olvera Cueyar, docente de la Universidad Politécnica de Tulancingo – México, por brindarme su apoyo incondicional, por asesorarme durante la propuesta y desarrollo de mi tesis.

A todas las personas que me apoyaron de una u otra manera durante mi época como estudiante. Todos ustedes pusieron su granito de arena para poder culminar con éxito mi carrera profesional.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RESUMEN

Con el rápido avance de la tecnología ha aumentado la cantidad de dispositivos que deben utilizar internet. Esto ha ocasionado un agotamiento de direcciones IPv4. El Grupo de Trabajo de Ingeniería (IETF) ya había previsto este problema de IPv4 por ese motivo creó el protocolo de Internet versión 6 (IPv6) con una capacidad de 340 sextillones de direcciones IP. Sin embargo, IPv6 es incompatible con IPv4, debido a esto, crearon los Mecanismos de transición para que se realice una migración gradual y que ambos protocolos de internet coexistan en una sola red. En el presente trabajo se implementó dos mecanismos: IPv6IP e ISATAP considerando que en los trabajos previos obtuvieron buenos resultados en rendimiento. Estos mecanismos se medirán con las siguientes métricas: Latencia, Rendimiento, Uso del CPU y pérdida de paquetes. Se uso la herramienta Wireshark para capturar los paquetes y obtener las variables que se necesitan para las métricas antes mencionadas. Se implemento la topología de red en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes de la Universidad Señor de Sipán, haciendo uso de Routers el cual se configuraron los mecanismos, además de Switch y laptops para realizar las pruebas respectivas. El mecanismo de transición IPv6IP en las métricas tuvo como resultado: Uso del CPU (1-2 %), Latencia (2-3 ms), Pérdida de paquetes (0%), Rendimiento (24,53 – 501,20 $Mbits/s$) frente a ISATAP que arrojó los siguientes resultados: Uso del CPU (1-6%), Latencia (2-4 ms), Pérdida de paquetes (0%), Rendimiento (21,33 – 422,77 $Mbits/s$). Se evidencia que el mecanismo de Transición IPv6IP obtiene resultados favorables.

PALABRAS CLAVES: IPv4, IPv6, Tecnología de transición IPv6 , Estrategias de Migración, Mecanismos de transición.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ABSTRACT

Due to fast technological progress there has been an increase in number of internet devices that should use internet. This caused depletion of IPv4-addresses. The Internet Engineering Task Force (IETF) already anticipated this problem creating the sixth version of the Internet Protocol (IPv6) with a capacity of 3.4×1038 addresses. However, IPv6 is incompatible to IPv4 so transition mechanisms have been created to permit gradual migration and a coexistence of both IP versions in the same net. In the present work two mechanisms are used: IPv6IP and ISATAP taking in consideration their good performance in previous works. These mechanisms are measured by the metrics latency, throughput, CPU time, and package loss. Wireshark is used to record the packages and metrics mentioned before. The network topology was implemented in the Intelligent Systems Laboratory of the university (Universidad Señor de Sipán) using routers witch configurated the mechanisms, furthermore Switch and laptops to achieve the proofs respectively. IPv6IP transition mechanism results: CPU time (1 – 2 %), latency (2 – 3 ms), package loss (0 %), throughput (24.53 – 501.20 Mbits/s) whereas ISATAP: CPU time (1 – 6 %), latency (2 – 4 ms), package loss (0 %), throughput (24.53 – 422.77 Mbits/s). This demonstrates evidence that transition mechanism IPv6IP is favorable.

KEYWORDS

IPv4, IPv6, IPv6-transition technology, migration strategy, transition mechanism.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ÍNDICE CONTENIDO

DEDICATORIA 0
AGRADECIMIENTO 1
RESUMEN 2
ABSTRACT 3
I.- INTRODUCCIÓN 12
1.1 Realidad Problemática 12
1.2 Antecedentes del estudio 16
1.3 Teorías relacionadas al tema 23
1.3.1. Protocolo de Internet versión 4(IPv4) 23
1.3.2. Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) 24
1.3.3. Mecanismos de transición 28
1.4 Formulación del Problema 42
1.5 Justificación e importancia del estudio 42
1.6 Hipótesis 43
1.7 Objetivos 43
1.7.1Objetivo General: 43
1.7.2 Objetivos Específicos: 43
II.-MATERIAL Y MÉTODO 43
2.1 Tipo y Diseño de Investigación 43
2.2 Población y muestra 44
2.3 Variables, Operacionalización 44
2.3.1 Variables: 44
2.3.2 Operacionalización: 45
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 46
2.5 Procedimientos de análisis de datos 46
2.6 Criterios éticos 49
2.7 Criterios de Rigor Científico 49
III.- RESULTADOS 50
3.1.-Resultados en Tablas y Figuras 50
3.2 Discusión de resultados 57
3.3. Aporte Practico 58
IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85
REFERENCIAS 86

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXOS **90**
ANEXO 1 Resultados de los mecanismos de transición para obtener la muestra 90
ANEXO 2 Configuración del mecanismo de transición IPV6IP 91
ANEXO 3 Ficha de Observación 97
ANEXO 4 Resultados por host aplicando el mecanismo IPV6IP 104
ANEXO 5 Unidad Máxima de Transferencia (MTU) 141
ANEXO 6 Peticiones del comando PING 143
ANEXO 7 Configuración del mecanismo de transición ISATAP 144
ANEXO 8 Resultados por host aplicando el mecanismo ISATAP 147

ÍNDICE TABLA

TABLA 1 Convertir bits a hexadecimal 28
TABLA 2 Configuración del mecanismo de tunelización 6to4 33
TABLA 3 Configuración R2 36
TABLA 4 Configuración R1 36
TABLA 5 Ping entre router ISATAP y cliente 37
TABLA 6 Configuración R3(ISATAP cliente router) 37
Tabla 7 *Operacionalización* 45
Tabla 8 *Técnica e instrumento de recolección de datos* 46
TABLA 9 Variables del indicador latencia 46
TABLA 10 Variables del indicador rendimiento 47
TABLA 11 Variables del indicador Uso del CPU 47
TABLA 12 Variables del Indicador Pérdida de Paquetes 48
TABLA 13 Variables del indicador cantidad de equipos IPv6 48
Tabla 14 *Resultados del indicador latencia* 50
Tabla 15 *Promedio del indicador latencia* 50
Tabla 16 *Equipos que soportan IPv6 e IPv4* 51
Tabla 17 *Resultado del indicador pérdida de paquetes* 52
Tabla 18 *Resultado del indicador Uso del CPU* 52
Tabla 19 *Resultados del indicador rendimiento* 52
Tabla 20 *Promedio rendimiento* 53
TABLA 21 *Resultados del indicador latencia* 53
Tabla 22 *Promedio del indicador Latencia* 54
Tabla 23 *Equipos que soportan IPv6 e IPv4* 54
Tabla 24 *Resultado del indicador pérdida de paquetes* 55
Tabla 25 Resultado del indicador uso del CPU 55
Tabla 26 *Resultados del indicador rendimiento* 56
Tabla 27 *Promedio rendimiento* 56
Tabla 28 *Resultados de los mecanismos IP6IP e ISATAP* 57
Tabla 29 *Lista de mecanismos de transición* 59
Tabla 30 *Resultados de la métrica latencia* 60

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tabla 31 *Resultados de la métrica rendimiento* 60
Tabla 32 *Resultados de la métrica uso CPU* 61
Tabla 33 *Mecanismos seleccionados* 61
Tabla 34 *Métricas que utilizaron los artículos científicos para evaluar los mecanismos* 62
Tabla 35 *Cantidad de veces que se utiliza la métrica en los artículos científicos* 63
Tabla 36 *métricas para evaluar los mecanismos de transición* 63
Tabla 37 *descripción de los equipos para implementar la topología de red* 65
Tabla 38 *Tabla de enrutamiento para los hosts de la red en el mecanismo IPv6IP* 69
Tabla 39 *Tabla de enrutamiento para los hosts de la red en el mecanismo ISATAP* 69
Tabla 40 Configuración del host R1 71
Tabla 41 Configuración del host R2 71
Tabla 42 *Configuración del host* R3 72
Tabla 43 *Configuración del host* R1 74
Tabla 44 *Configuración del host R2* 74
Tabla 45 *Configuración del host* R3 74
Tabla 46 *Configuración del host* R1 75
Tabla 47 *Configuración del host R3* 75
Tabla 48 *Configuración del host* R1 76
Tabla 49 *Configuración del host R3* 76
Tabla 50 *Configuración del host R1* 77
Tabla 51 *Configuración del host R3* 77
Tabla 52 *Configuración del host R1* 79
Tabla 53 *Configuración del host R3* 80
Tabla 54 *Configuración del host R2* 81
Tabla 55 *Configuración del host R1* 82
Tabla 56 *Configuración del host R2* 82
Tabla 57 *Configuración del host R3* 83
Tabla 58 *Configuración del host R1* 83
Tabla 59 *Configuración del host R2* 84
Tabla 60 *Resultados de mecanismos de transición para obtener la muestra* 90
Tabla 61 *Configuración del mecanismo IPv6IP en el host R1* 91
Tabla 62 *Configuración del mecanismo IPV6IP en el host R2* 93
Tabla 63 *Configuración del mecanismo IPv6IP en el host R3* 94
Tabla 64 *UCPUN en el host L1* 104
Tabla 65 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L1* 104
Tabla 66 *UCPM en el host L1* 105
Tabla 67 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L1* 106
Tabla 68 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 106
Tabla 69 *Resultados del %UCPU en el host L1* 107
Tabla 70 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L1* 107
Tabla 71 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L1* 107
Tabla 72 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L1* 108
Tabla 73 *Resultados de PP en el host L1* 108
Tabla 74 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1* 109

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 75 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1* 109
Tabla 76 *Promedio de latencia en el host L1* 110
Tabla 77 *Rendimiento por MTU en el host L1* 110
Tabla 78 *UCPUN en el host L3* 111
Tabla 79 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L3* 112
Tabla 80 UCPM en el host L3 113
Tabla 81 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L3* 114
Tabla 82 *Rangos del %UCPN y %UCPUM - L3* 114
Tabla 83 *Resultados del %UCPU en el host L3* 115
Tabla 84 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L3* 115
Tabla 85 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L3* 115
Tabla 86 *Resultados aplicando la formula de PP en el host L3* 116
Tabla 87 *Resultados de PP en el host L3* 116
Tabla 88 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L3* 117
Tabla 89 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L3* 117
Tabla 90 *Promedio de latencia en el host L3* 118
Tabla 91 *Rendimiento por MTU en el host L3* 118
Tabla 92 *UCPUN en el host L4* 119
Tabla 93 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L4* 120
Tabla 94 *UCPM en el host L4* 120
Tabla 95 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L4* 121
Tabla 96 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L4* 121
Tabla 97 *Resultados del %UCPU en el host L4* 122
Tabla 98 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L4* 122
Tabla 99 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L4* 122
Tabla 100 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L4* 123
Tabla 101 *Resultados de PP en el host L4* 123
Tabla 102 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4* 124
Tabla 103 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4* 124
Tabla 104 *Promedio de latencia en el host L4* 125
Tabla 105 *Rendimiento por MTU en el host L4* 125
Tabla 106 *UCPUN en el host L5* 126
Tabla 107 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L5* 127
Tabla 108 *UCPM en el host L5* 127
Tabla 109 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L5* 129
Tabla 110 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 129
Tabla 111 *Resultados del %UCPU en el host L5* 129
Tabla 112 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L5* 130
Tabla 113 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L5* 130
Tabla 114 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L5* 131
Tabla 115 *Resultados de PP en el host L5* 131
Tabla 116 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5* 132
Tabla 117 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5* 132
Tabla 118 *Promedio de latencia en el host L5* 133
Tabla 119 *Rendimiento por MTU en el host L5* 133

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tabla 120 *UCPUN en el host L6* 134
Tabla 121 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L6* 134
Tabla 122 *UCPM en el host L6* 135
Tabla 123 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L6* 136
Tabla 124 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 136
Tabla 125 R*esultados del %UCPU en el host L6* 136
Tabla 126 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L6* 137
TABLA 127 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L6* 137
Tabla 128 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L6* 138
Tabla 129 *Resultados de PP en el host L6* 138
Tabla 130 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6* 139
TABLA 131 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6* 139
Tabla 132 *Promedio de latencia en el host L6* 140
Tabla 133 *Rendimiento por MTU en el host L6* 140
Tabla 134 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R1* 144
Tabla 135 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R2* 145
Tabla 136 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R3* 146
Tabla 137 *UCPUN en el host L1* 147
Tabla 138 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L1* 147
Tabla 139 *UCPM en el host L1* 148
Tabla 140 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L1* 149
Tabla 141 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 149
Tabla 142 R*esultados del %UCPU en el host L1* 149
Tabla 143 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L1* 150
Tabla 144 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L1* 150
Tabla 145 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L1* 151
Tabla 146 *Resultados de PP en el host L1* 151
Tabla 147 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1* 152
TABLA 148 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1* 152
Tabla 149 p*romedio de latencia en el host L1* 153
Tabla 150 *Rendimiento por MTU en el host L1* 153
Tabla 151 *UCPUN en el host L4* 154
Tabla 152 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L4* 155
Tabla 153 *UCPM en el host L4* 155
Tabla 154 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L4* 156
Tabla 155 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L4* 156
Tabla 156 R*esultados del %UCPU en el host L4* 157
Tabla 157 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L4* 157
Tabla 158 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L4* 157
Tabla 159 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L4* 158
Tabla 160 *Resultados de PP en el host L4* 158
Tabla 161 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4* 159
Tabla 162 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4* 159
Tabla 163 *Promedio de latencia en el host L4* 160
Tabla 164 *Rendimiento por MTU en el host L4* 160

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tabla 165 *UCPUN en el host L5* 161
Tabla 166 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L5* 162
Tabla 167 *UCPM en el host L5* 162
Tabla 168 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L5* 163
Tabla 169 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 164
Tabla 170 R*esultados del %UCPU en el host L5* 164
Tabla 171 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L5* 164
Tabla 172 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L5* 165
Tabla 173 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L5* 165
Tabla 174 *Resultados de PP en el host L5* 165
Tabla 175 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5* 166
Tabla 176 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5* 167
Tabla 177 *Promedio de latencia en el host L5* 167
Tabla 178 *Rendimiento por MTU en el host L5* 168
Tabla 179 *UCPUN en el host L6* 168
Tabla 180 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L6* 169
Tabla 181 *UCPM en el host L6* 169
Tabla 182 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L6* 170
Tabla 183 *Rangos del %UCPN y %UCPUM* 170
Tabla 184 R*esultados del %UCPU en el host* L6 171
Tabla 185 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L6* 171
TABLA 186 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L6* 171
Tabla 187 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L6* 172
Tabla 188 *Resultados de PP en el host* L6 172
Tabla 189 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6* 173
TABLA 190 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6* 173
Tabla 191 *Promedio de latencia en el host L6* 174
Tabla 192 *Rendimiento por MTU en el host L6* 174
Tabla 193 *UCPUN en el host L7* 175
Tabla 194 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L7* 176
Tabla 195 *UCPM en el host L7* 177
Tabla 196 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L7* 178
Tabla 197 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L7* 179
Tabla 198 R*esultados del %UCPU en el host L7* 179
Tabla 199 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L7* 179
Tabla 200 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L7* 180
Tabla 201 *Resultados aplicando la formula de PP en el host L7* 180
Tabla 202 *Resultados de PP en el host L7* 180
Tabla 203 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L7* 181
Tabla 204 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L7* 182
Tabla 205 *Promedio de latencia en el host L7* 182
Tabla 206 *Rendimiento por MTU en el host L7* 182

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ÍNDICE FIGURAS

Fig. 1 Agotamiento de direcciones IPv4 en la fase 3 (Lacnic, 2018)..... 13
Fig. 2 Adopción de IPv6– 2018 (Google, 2018) 14
Fig. 3 Estructura de la dirección IPv4 23
Fig. 4 Conversión de una dirección binaria a decimal en IPv4 (Benites, 2017) 24
Fig. 5 Detalle de la cabecera IPv6 (Boronat Seguí & Montagud Climent, 2013)..... 26
Fig. 6 Topología del Mecanismo Dual Stack (Martínez & Riaño, 2015) 29
Fig. 7 Configuración del mecanismo Dual Stack (Sepulveda, 2011)..... 29
Fig. 8 Topología del Mecanismo Tunelización (Martínez & Riaño, 2015) 30
Fig. 9 Estructura de las direcciones del mecanismo de tunelización 6to4 (Dariene , 2011)..... 31
Fig. 10 Estructura del mecanismo de tunelización 6to4 (Dariene , 2011)..... 32
Fig. 11 Estructura del Mecanismo de Tunelización 6to4 con un router relay 6to4 (Dariene , 2011)..... 32
Fig. 12 Formato de las direcciones del mecanismo de tunelización ISATAP (Dariene , 2011)..... 34
Fig. 13 Topología del mecanismo de tunelización ISATAP (Dariene , 2011)..... 34
Fig. 14 Ejemplo del mecanismo de tunelización ISATAP (Narayanan, 2013)..... 35
Fig. 15 Formato del mecanismo de tunelización 6RD (CISCO, s.f)..... 38
Fig. 16 Ejemplo de configuración del Mecanismo 6RD (CISCO, s.f)..... 39
Fig. 17 Estructura del Mecanismo de Tunelización automática 6RD (Martínez & Riaño, 2015) 39
Fig. 18 Estructura del mecanismo Túnel Manual IPv6IP (Koršič & Straus Istenič, s.f) 40
Fig. 19 Formato del mecanismo Túnel Manual IPv6IP (CISCO, s.f, pág. 5) 41
Fig. 20 Estructura del mecanismo de traducción NAT (Dariene , 2011) 41
Fig. 23 Enfoque Propuesto 58
Fig. 24 Topología de red..... 64
Fig. 25 Funcionamiento del mecanismo de tunelización manual IPv6IP..... 70
Fig. 26 Funcionamiento del Protocolo OSPF (IBM, s.f.)..... 73
Fig. 28 Funcionamiento del mecanismo de tunelización ISATAP 78
Fig. 29 UCPUN en el host L1..... 104
Fig. 30 UCPM en el host L1..... 106
Fig. 31 Resultados de PP en el host L1 108
Fig. 32 UCPUN en el host L3..... 112
Fig. 33 UCPM en el host L3..... 114
Fig. 34 Resultados de PP en el host L3 116
Fig. 35 UCPUN en el host L4..... 119
Fig. 36 UCPM en el host L4..... 121
Fig. 37 Resultados de PP en el host L4 123
Fig. 38 UCPM en el host L5..... 128
Fig. 39 Resultados de PP en el host L5 131
Fig. 40 UCPM en el host L6..... 135
Fig. 41 Resultados de PP en el host L6 138
Fig. 42 Envío de MTU con 14000 a una dirección IPv6..... 141
Fig. 43 Envío de MTU con 1432 a una dirección IPv6..... 142

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Fig. 44 Funcionamiento del comando Ping 143
Fig. 45 Captura de pantalla del envío de un paquete haciendo conexión con el comando ping. 143
Fig. 46 UCPUN en el host L1 147
Fig. 47 UCPM en el host L1 148
Fig. 48 Resultados de PP en el host L1 151
Fig. 49 UCPUN en el host L4 154
Fig. 50 UCPM en el host L4 156
Fig. 51 Resultados de PP en el host L4 158
Fig. 52 UCPM en el host L5 163
Fig. 53 Resultados de PP en el host L5 166
Fig. 54 UCPM en el host L6 170
Fig. 55 Resultados de PP en el host L6 172
Fig. 56 UCPUN en el host L7 176
Fig. 57 UCPM en el host L7 178
Fig. 58 Resultados de PP en el host L7 181

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

I.- INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Según (Sánchez, 2016), hoy en día el 31.7 % de la población peruana tiene una computadora porque es un dispositivo necesario para la vida familiar, estudiantil y laboral. Gracias a este gran invento en la actualidad no solo se usa la computadora como tal, sino que, además, se hace uso del internet para realizar búsquedas de información que ayude a elaborar un trabajo de investigación. También permite comunicarse con familiares y amigos ya sea que se encuentren en la misma ciudad, diferentes ciudades u otros países del mundo entre otras actividades humanas (Mente Digital, 2017). En cuanto al rubro empresarial también hace uso de la red para comunicarse ya sea con los proveedores, clientes o público en general, desarrollando páginas web, servicios, aplicaciones para así tener más acogida en el mercado y obtener mayores ganancias.

Según el reporte de (Internet World Stats, 2018), asegura que, hasta el 30 de junio del 2018, el 55.1% de la población a nivel mundial tiene acceso a internet, es decir 4,208,571,287 usuarios. El continente asiático tiene 2,062,197,366 millones de usuarios con el 49 % de su población, que lo convierte en el continente con mayor cantidad de usuarios que acceden a internet. A nivel Sudamericano 428,240,515 habitantes acceden a internet (71.8% de su población), donde Perú tiene 32,551,815 habitantes que acceden a internet (67.6 % de la población total del país).

Según el reporte de (SpeedTest, 2018), hasta agosto del 2018 hay 129 países a nivel mundial con un promedio de ancho de banda de 49.26 Mbps, Singapur es el país con máxima descarga con 189,38 Mbps, seguido de Islandia con 147,13 Mbps y en el tercer puesto Región Administrativa Especial(RAE) de Hong Kong con 139,58 Mbps, Perú se ubica a nivel mundial en el puesto 64 y a nivel Sudamericano en el quinto puesto con 23,71 Mbps de descarga. Se observó que el ancho de banda en Perú ha incrementado 10,19 Mbps desde el año 2017, ya que en ese tiempo estuvo en el puesto 80 con 13.52 Mbps y como último lugar Argelia en el puesto 129 con 3,52 Mbps.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Así mismo, es necesario mencionar que cualquier dispositivo que tenga conexión a internet se le deberá asignar una dirección IP para ingresar a la red. El protocolo de internet que se está utilizando actualmente es la versión 4 que se le conoce como IPv4. Según (Lacnic, 2018), IPv4 se encuentra en la última fase de agotamiento (Fase 3) y es por esta razón que se están evaluando estrictamente las solicitudes de los proveedores que desean adquirir más direcciones IP para su uso comercial. Gracias a estas evaluaciones es que se está dosificando adecuadamente la distribución de direcciones IP. Debido a la gran demanda de conexiones, Latin America & Caribbean Network Information (LACNIC) no contará con más direcciones IPv4 y para tener una idea de cuándo será el fin de esta fase de agotamiento. Se realizó una proyección lineal tomando en cuenta las asignaciones que se han hecho a partir de febrero del 2017 (Ver Fig. 1). Y se concluye que el fin de esta fase será el 27 de enero del 2020 con un factor de error de -0.72.

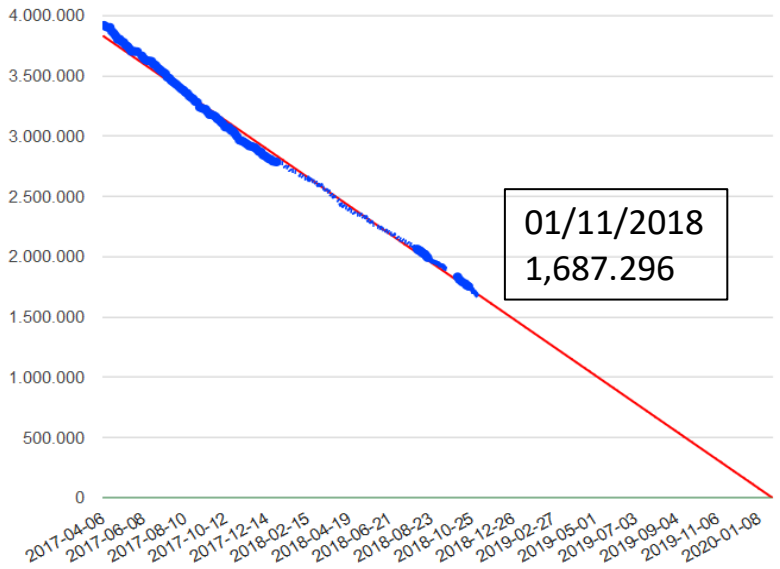

Fig. 1 Agotamiento de direcciones IPv4 en la fase 3 (Lacnic, 2018)

Al observar que IPv4 se agotaría se estableció el protocolo de Internet versión 6 (IPv6) con 128 bits, con una capacidad de 340 sextillones de direcciones IP, capacidad suficiente para poder realizar Internet de las cosas (Lacnic, s.f).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Según el reporte de (Google, 2018) desde el año 2008 la implementación del protocolo IPv6 se ha incrementado considerablemente, inició con 0.04% y hasta el 13 de noviembre de 2018 tiene 20.95% de implementación a nivel mundial (Ver Fig. 2).

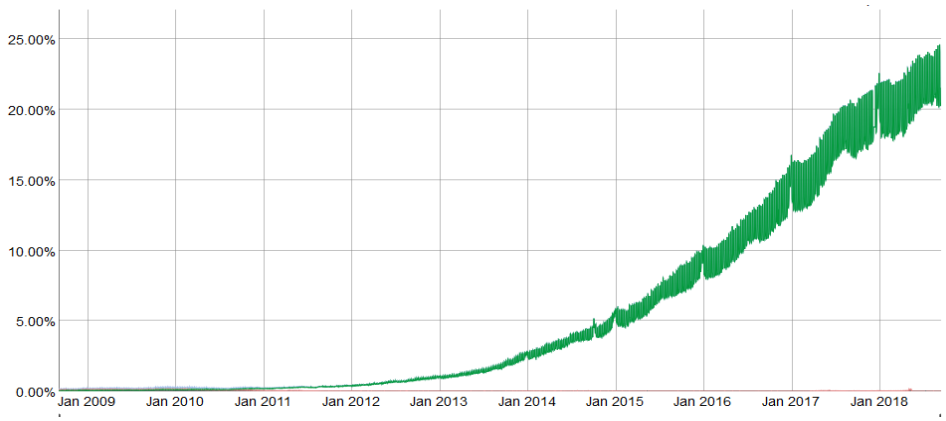

Fig. 2 Adopción de IPv6– 2018 (Google, 2018)

En cuanto a la adopción de IPv6 por países, Bélgica está en el primer puesto ya que fue el primer país en implementar dicho protocolo desde el momento que se creó, por lo que tiene un 53.13 %. En segundo lugar, se encuentra Alemania con 38,48 %, seguido de India con 34.76 %. Sin embargo, en Perú, la adopción es de 15.54% (Google, 2018).

Google y Microsoft están realizando una gran inversión económica al ir implementando gradualmente IPv6 para que sus servicios no tengan caída en el mercado cuando se agote IPv4 (Gomez, 2016).

Gran parte de las organizaciones, su infraestructura de red soporta IPv4. Estas organizaciones deben migrar de IPv4 a IPv6 debido a que en menos de dos años ya se agotará las direcciones IPv4 y si no migran a IPv6, se podría generar pérdidas económicas en la empresa. (IPv6 Mx, s.f).

Por este motivo diversos investigadores han planteado diferentes propuestas para

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

realizar la migración de IPv4 a IPv6 en el mundo, tal es el caso de (Aravind & Padmavathi, 2015) que propusieron las técnicas de Dual Stack y Tunelización para analizar los protocolos IPv6 e IPv4 haciendo uso de las métricas de rendimiento como la tasa de éxito, tiempo de viaje y latencia. En el diseño de la red se utilizó 5 routers y 4 switch haciendo uso de enrutamiento estático y dinámico para transferir datos desde una red IPv4 a IPv6. Se concluyó que IPv6 tiene menor latencia a comparación de IPv4. Por este motivo es que IPv6 es mejor que IPv4 debido a que presenta un retardo mínimo. Así mismo (Sookun & Basso, 2016) evaluaron Dual Stack y Tunelización, las pruebas se realizaron con una estructura de red compuesto por cuatro routers Cisco 7200 con un tamaño de paquete desde 1000 bytes hasta 15000 bytes y la unidad máxima de transferencia (MTU) de 1480 bytes. Se concluyó que Dual Stack es mejor en cuanto a Rendimiento, pero en la métrica de uso del CPU fue muy elevado a comparación de los demás mecanismos, por lo que 6RD obtuvo buenos resultados en cuando a rendimiento y CPU. Además (Vivas, Silva, & Muñoz, 2017) evaluaron dos tipos de mecanismos de transición: NAT64 y DNS64 que son mecanismos de traducción además de 6to4 y 6RD como mecanismos de tunelización. Estos diversos mecanismos se diseñaron primero en un entorno virtual llamado VNUML para luego llevarlo en un entorno real. Como primer paso se diseñó las diversas estructuras de red para cada mecanismo de transición. Después de evaluar cada mecanismo se concluyó que NAT64 y DNS64 tienen un rendimiento bueno y que es aceptable migrar IPv6 sin que el usuario final se vea afectado por el cambio.

Como se evidencia, hay varios autores que están trabajando para solucionar el problema de migración a IPv6. Sin embargo, aún no se ha solucionado en su totalidad. Es por ello que en este trabajo de investigación se propone evaluar que mecanismo de transición será el más adecuado para migrar de IPv4 a Ipv6. Para llevar a cabo esta investigación se seleccionará los mecanismos de transición para luego implementarlos en los equipos de red teniendo en cuenta la topología ya diseñada. Se medirá con diferentes métricas de rendimiento para poder elegir cual es el más adecuado para realizar la transición a IPv6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1.2 Antecedentes del estudio

Según los autores (Suleiman & Cordry, 2017) en su trabajo de investigación "Analysis of organizations IPv6 deployment strategies in Nigeria and evaluating suitable transition mechanisms" analizaron los factores para implementar IPv6 en Nigeria ya que con esto ayudarían a comprender el rumbo y el reto que se tiene que realizar para la migración a IPv6. Esto conllevo a realizar una encuesta a los jefes de TI y además una prueba de simulación en Cisco Packet Tracer con los mecanismos Dual Stack y 6to4. Para evaluar Dual Stack se estructuro una red de la siguiente manera: Red con ambos protocolos de Internet, Red IPv4, Red IPv6. Dichas redes se interconectaron por un router de doble pila. En cambio, en 6to4 se estructuro una red IPv4 que interconecta a dos redes Ipv6, esto origina un túnel que contiene paquetes de IPv6 en una red IPv4 para que luego se envié a otra red que soporta solo IPv6.La encuesta mostro que el 90 % de las empresas sabían de la escasez de IPv4 y de la mejora que traería IPv6. El 35.7 % indicaron que la organización hay trabajadores con conocimientos en IPv6 debido a que les brindan capacitaciones. El 50 % tienen conocimiento de los mecanismos de transición. El 20 % ya está realizando un estudio para poder implementar la red IPv6 y el 80 % no observan la prisa u obligación que tiene que tener la empresa para migrar a IPv6. En cuanto a los mecanismos se llegó a la conclusión que Dual Stack es el más apropiado para la transición IPv6.

En el trabajo denominado "Implementation and Testing of IPv6 Transition Mechanisms" los autores (Vivas, Silva, & Muñoz, 2017) pusieron en práctica dos tipos de mecanismos de transición: NAT64 y DNS64 que son mecanismos de traducción además de 6to4 y 6RD como mecanismos de tunelización. Estos diversos mecanismos se diseñaron primero en un entorno virtual llamado VNUML para luego llevarlo en un entorno real. Como primer paso se diseñó las diversas estructuras de red para cada mecanismo de transición. Para los mecanismos de traducción se implementó dos redes (IPv4 e IPv6). En TCP se puede medir el Tiempo de transferencia y la velocidad. En cambio, UDP nos permite medir la tasa de transferencia, el uso de ancho de banda, la fluctuación de fase y la perdida de paquetes. Se uso un servidor Linux para llevar a cabo NAT64 y DNS64. El MTU de la tunelización se fijó en 1280 bytes, luego una computadora envía un mensaje con

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1500 bytes. Debido a que la computadora envió un MTU superior al que se fijó, se mostrará un mensaje de error PTB (Paquete demasiado grande). Para medir el rendimiento se realizó cinco conexiones paralelas de 200 MB. Los resultados fueron los siguientes: En el protocolo TCP el tiempo de transferencia en segundos obtuvo un promedio de 94.8 segundos, el ancho de banda fue de 88.3 Mb/s. En el protocolo UDP el ancho de banda fue de 93.99 Mb/s, el tiempo de transferencia en los cinco test fueron el mismo resultado de 87.69 segundos. Al evaluar la variación del tiempo de los paquetes se obtuvo un promedio de 13.8 milisegundos. La pérdida de paquetes fue del 1%. Después de evaluar cada mecanismo se concluyó que 6RD ,NAT64 y DNS64 tienen un rendimiento bueno ya que permite enrutar las solicitudes y respuestas entre un host y el router, por lo que permite migrar IPv6 sin que el usuario final se vea afectado por el cambio.

Los autores (Siddika, Hossen, & Saha, 2017)en la investigación "Transition from IPv4 to IPv6 in Bangladesh: The competent and enhanced way to follow" buscan una opción para disminuir la dificultad en la migración a IPv6 y también sugieren un mecanismo de transición. Para evaluar los diversos mecanismos analizaron con varias métricas de rendimiento, RTT y Jitter. Se hizo uso del simulador GNS3 para el diseño y la simulación de la red y también de Wireshark para el análisis de la red. Se eligió Dual Stack porque existían dispositivos compatibles con IPv4 e IPv6, se le diseño una topología de red haciendo uso de protocolos de enrutamiento. Para realizar la migración a IPv6 se debe seguir tres pasos: Primero la red dominante es la red IPv4 ya que esta es la más utilizada. El segundo paso es la red IPv6, aquí se emplean los mecanismos de transición ya que es un medio que permite comunicar una red IPv4 sobre una red IPv6 y viceversa. Y al finalizar la transición queda la red IPv6 nativa. Luego los proveedores de servicio interrumpen la red IPv4 porque la estructura de la red se ha migrado a IPv6. Los resultados que se obtuvieron al enviar 256 bytes en el OSPF fue de 22 Mb/s a comparación de RIP con 23 Mb/s. Se realizo dos pruebas adicionales con 1024 Bytes, con OSPF se obtuvo 85 Mb/s y en RIP fue de 90 Mb/s. Se concluye que Dual Stack es el más óptimo para implementarlo en la compañía porque se realizó una ficha técnica en la cual especificaba si los dispositivos de red contaban con conexión a IPv6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

En la investigación titulada "Performance analysis of IPv4/IPv6 transition techniques" los autores (Sookun & Basso, 2016) evaluaron los mecanismos de tunelización y Dual Stack por ser los más utilizadosestas técnicas han sido medidas con las siguientes métricas; El tiempo de ida y vuelta, perdida de paquetes y el uso del CPU. Las pruebas se realizaron con un tamaño de paquete desde 1000 bytes hasta 15000 bytes. Se hizo uso de GNS3 para simular la red haciendo uso de comandos de configuración para los dispositivos de red. Los autores establecieron que la unidad máxima de transferencia (MTU) sea de 1480bytes. El porcentaje del CPU sin la simulación fue de 3% en la que se observó que este porcentaje aumento debido a que la simulación se ejecutó. El diseño de la red está compuesto por cuatro routers Cisco 7200 para la red IPv4 y a los extremos hay computadoras con IPv6.Para la unión de los routers se usó el cable serie, también se estableció el protocolo de enrutamiento OSPFv3 para que se comuniquen los routers. Al culminar con la simulación Dual Stack obtuvo (RTT=175,2 ms; Rendimiento=82,2Mbps; CPU: 17-19%), seguido de 6RD (RTT=196.8 ms; Rendimiento=86,4 Mbps; CPU:10-12%), 6a4 (RTT=230,9; Rendimiento=70.1 Mbps; CPU: 11-12%) e ISATAP (RTT=221.95 ms; Rendimiento =71.96; CPU: 11-13%). Se concluyo que Dual Stack es el mejor en cuando a Rendimiento, pero en la métrica de uso del CPU fue muy elevado a comparación de los demás mecanismos, por lo que 6RD obtuvo buenos resultados en cuando a rendimiento y CPU.

Según las afirmaciones de (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016) en su trabajo de investigación titulado "Performance analysis on IPv6 transition technologies and transition method" pusieron a prueba cinco tipos de tecnología de transición (Pila dual, túnel manual, ISATAP y túnel 6to4), están configurados en la misma topología. En primer lugar, cada red se transmite 30000 paquetes. Las fases que se deben realizar para migrar a IPv6 son: Fase 1: Comprobación de preparación para los dispositivos de protocolo IPv6 y elegir el tipo de transición. Fase 2: Elija la tecnología de transición IPv6, comprar dispositivos necesarios, implementar la tecnología elegida en el entorno de simulación y hacer pruebas a la red. Fase 3: Después de probar la tecnología de la Fase II, se implementa la tecnología IPv6 a la red real. Fase

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

4: Para mantener la condición normal de la red se deberá monitorear la red para ver si ocurre algún problema y darle una solución inmediata. Se realizó el análisis del rendimiento de los cinco tipos de tecnología de transición en el entorno de red real. Los resultados del análisis fueron los siguiente: Dual Stack (R=845 Mb/s; RTT=77.1 ms), Túnel Manual IPv6IP (R=991 Mb/s; RTT=65.3 ms), ISATAP (R=938 Mb/s; RTT=77.1 ms) y 6to4 (R=951 Mb/s; RTT=70.5 ms). Se puede concluir que el mejor es túnel manual ya que tiene máximo rendimiento y retardo mínimo. Basándose en la experiencia de transición de Japón y EE. UU se propuso fase de transición para migrar a IPv6 para las organizaciones.

(Komal, 2015) sustenta en esta publicación titulada "Performance Evaluation of Tunneling Mechanisms in IPv6 Transition: A Detailed Review" evaluó cuatro mecanismos de tunelización (ISATAP,6to4, Teredo, Tunnel Broker en la que utilizaron un software llamado (Cisco Packet Tracer) para simular la implementación de túneles y MATLAB para representar gráficamente los resultados de rendimiento. Se estableció una red con 15 PC, 2 servidores, 4 conmutadores y 4 enrutadores. La red comprende dos redes basadas en IPv4 y dos redes IPv6.Todos los dispositivos se configuran utilizando las direcciones respectivas (IPv4-Ipv6) dependiendo de la red. El rendimiento se evalúa en función de las métricas: RTT, Throughput, la perdida de paquetes de datos y El rendimiento. Al finalizar este estudio se dio por concluido que Tunnel Broker tiene mayor seguridad y privacidad. Sin embargo, ISATAP proporciona más eficiencia para comunicaciones dentro de la organización. Los túneles 6a4 se pueden usar donde la confiabilidad y la eficiencia son preocupaciones más serias que la seguridad. Teredo solo puede usarse como un mecanismo de último recurso.

El equipo de investigación conformado por (Aravind & Padmavathi, 2015) fundamentaron en la publicación "Migration to Ipv6 From IPV4 by Dual Stack and Tunneling Techniques" propusieron las técnicas de Dual Stack y Tunelización para migrar a IPv6 haciendo uso del simulador GNS3. Al implementar estas técnicas en el simulador observaron que tenían que descargar DualStackContainer para que se pueda manejar las interfaces y las direcciones Para evaluar estas técnicas se utilizaron

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

métricas de rendimiento como la tasa de éxito, tiempo de viaje y latencia. En el diseño de la red para Dual Stack se hizo uso de 5 routers y 4 switch haciendo uso de enrutamiento estático y dinámico para transferir datos desde una red IPv4 a IPv6. En esta técnica se calculará el tiempo de ida y vuelta. En cambio, Tunelización se utilizará para transferir datos de una red IPv6 a través de una red IPv4 y enviarlo a una red IPv6 utilizando el protocolo OSPF para que los routers tengan comunicación. Al momento de enviar datos desde una red IPv6, se añadirá la cabecera IPv4 para que pueda pasar a través del túnel por medio de una red IPv4. Al llegar a su destino que es otra red IPv6, el router eliminara el encabezado IPv4 y dejara que se envíe solo el paquete IPv6. En esta técnica se implementó el uso manual de la tunelización. En Dual Stack: En cuanto a IPv6 dinámico el tiempo de ida y vuelta mínimo fue de 224 ms, máximo de 344 ms y el medio fue de 307ms, en un IPv6 estático el tiempo de ida y vuelta mínimo fue de 280 ms, máximo 464 ms y el medio de 381 ms. En la técnica de tunelización se analizaron los datos de latencia y rendimiento en la red IPV6 e IPv4; la red IPv6 en cuanto a latencia el mínimo fue de 22 ms y el máximo fue de 37ms, el rendimiento mínimo fue de 3.12Mb/s y el máximo de 4.54 Mb/s. La red IPv4 en cuanto a latencia el mínimo fue de 30 ms y el máximo de 67 ms, en el rendimiento el mínimo es de 1.49 Mb/s y el máximo fue de 3.33 Mb/s. Como podemos observar IPv6 tiene menor latencia a comparación de IPv4. Por este motivo es que IPv6 es mejor que IPv4 ya que el retardo es mínimo.

Los miembros de la Facultad de Ingeniería (Trúchly , Helebrandt , & Danielovie, 2016) en su investigación “Implementation and Evaluation of IPv6 to IPv4 Transition Mechanisms in Network Simulator 3” implementaron dos mecanismos de transición 6in4 , 6to4 y 6RD haciendo uso de NS-3. Para realizar la técnica 6in4 en el simulador se debe de configurar por comandos para hacer que el paquete que se está enviando en IPv6 este debe de ser incorporado dentro de un paquete IPv4. En el caso de 6to4 es un mecanismo automático, primero se debe crear un prefijo 6to4 (2002: V4ADDR:/48), donde V4ADDR es la dirección IPv4 del router que se convierte en un formato hexadecimal. Después se tiene que asignar en las interfaces las direcciones IPv6 con el prefijo que se ha establecido anteriormente. Primero se realizó la prueba del módulo ns-3 implementado con una arquitectura 6to4 (dos

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

pequeñas islas IPv6 eran interconectado a través de una red IPv4). La misma arquitectura fue configurada en el emulador GNS-3 con Cisco c3050 enrutadores Paquetes IPv6 transmitidos entre IPv6 e IPv4 se analizó en ambos casos (simulación y emulación) usando el analizador de red Wireshark. Después comparación podemos concluir que todos los paquetes IPv4 contenían mismos valores correspondientes en todos los campos significativos y fueron correctamente enrutado y entregado a los destinos. Este documento se ha centrado en el despliegue de un nuevo IPv6 redes dentro de Internet actual.

Los especialistas (Narayan, Ishrar, Gupta, & Khan, 2016) argumentaron en este estudio titulado" Performance Analysis of 4to6 and 6to4 Transition Mechanisms over Point to Point and IPSec VPN Protocols" realizan una evaluación de dos mecanismos de transición con VPN. Esto se desarrolló de la siguiente manera: El banco de pruebas constaba de dos computadoras conectadas a través del conmutador Gigabit TP Link (1000Mbps) usando cables Cat5e (1000Mbps); ambas computadoras tenían una tarjeta de interfaz de red (Intel 1000 GT Network Adapter). Había dos enrutadores integrados de la serie Cisco 2800, IOS versión 12.4. Host 2 alojó un sistema operativo Windows Server 2012, que se utilizó para enviar tráfico de red entre los dos enrutadores a través del mecanismo de transición, para alojar uno, que era un equipo receptor que ejecutaba Windows 7. Para que nuestras pruebas sean concisas y consistentes y para lograr resultados óptimos, mantuvimos todo el hardware igual. Inicialmente se probaron IPv4 e IPv6, seguidos por 4to6 y 6to4 sin ningún protocolo VPN. El mecanismo de transición 4to6 se configuró con PPTP, seguido de 6to4 configurado con IPsec. Para asegurar datos precisos, todas las pruebas se ejecutaron seis veces durante 20 segundos en un tamaño de paquete dado, del rango de 128 bytes hasta 1536 bytes. Analizamos el rendimiento general de nuestra red utilizando D-ITG. Los resultados muestran que los mayores retrasos experimentados se produjeron en las redes Pure IPv4 y 4to6, con retrasos de 38 ms para IPV4 y 40 ms para 4to6. Pure IPv6 encontró menos latencia en comparación con Pure IPv4 en ambos tamaños de paquetes. 6to4 muestra la menor latencia (6.22ms) para el tamaño de paquete 128, mientras que para el tamaño de paquete 1536 Pure IPv6 tiene la latencia más baja de 12.6ms. Entre ambos mecanismos de transición sin ninguna

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

VPN configurada, 4to6 encontró mucha más latencia en ambos tamaños de paquetes que en 6to4. Sin embargo, cuando las VPN se configuraron en ambos mecanismos de transición, un hallazgo clave fue 6to4 con IPsec si experimentó más latencia que 4to6 con PPTP con un tamaño de paquete de 128 bytes. Los resultados obtenidos muestran que el mecanismo de transición 6to4 es razonablemente más rápido y un protocolo más confiable.

Esta investigación titulada" A Survey of Transition Mechanisms from IPv4 to IPv6 – Simulated Test Bed and Analysis" los autores (Kalwar, Bohra, & Memon, 2015) divide en dos partes el estudio : En primer lugar, analizan los problemas al realizar la transición a IPv6 y en segundo lugar analizar los mecanismos de transición para identificar cual es el más adecuado al realizar la migración a IPv6 sin que ocasione problemas a los usuarios finales. Se optó por Dual Stack debido a que mantiene ambos (IPv4-IPv6) en una sola red. En la simulación se utilizó Wireshark con GNS3. Se usó router Cisco 3645 y 3845, switch Cisco 3550 ,3750 y 2950. En caso de una computadora tenga Windows XP, se deberá habilitar IPv6. Se deberá asignar direcciones IPv4 e IPv6 a cada PC debido a que se implementará Dual Stack, luego se verificará la conectividad entre routers IPv6 haciendo uso del comando ping con el protocolo ICMPv6. Para mostrar como usaran los usuarios de las aplicaciones, se necesita internet IPv6, como aún no está disponible en Pakistán, se creará servidores en la simulación. Estos servidores se hicieron en máquinas separadas y vinculadas a GNS3 a través de la interfaz física, por lo tanto, funciona como nuestra propia nube de internet. Para simular al usuario final se ha utilizado un host que está conectado al servidor. Se concluye que Dual Stack es la opción más adecuada que proporciona una transición sin interrupciones de IPv4 e IPv6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Protocolo de Internet versión 4(IPv4)

En la actualidad es el más usado ya que tiene una capacidad de aproximadamente 4000 millones de direcciones IP con un tamaño de direcciones de 32 bits. (Bellido Quintero, 2014)

La estructura de las direcciones IP está compuesta jerárquicamente y se divide en dos partes identificándose en primer lugar la red y posteriormente a la computadora en la red (Ver Fig. 3).

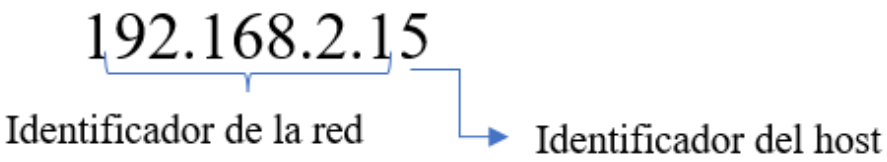

Fig. 3 Estructura de la dirección IPv4

Fuente: Elaboración propia basado en (Bellido Quintero, 2014)

La parte principal en la dirección IP es el identificador de red ya que de él dependerá el número de identificadores de host que pueda poseer el cliente. (Bellido Quintero, 2014)

1. **Notaciones**

La dirección IP consta de 4 bytes, cada byte contiene 8 bits (octetos), para calcular la cantidad de bits se debe multiplicar la cantidad de bytes por bits que saldría un total de 32 bits. Cada octeto se representa por 0 y 1(código binario). (Bellido Quintero, 2014) Para convertir una dirección IP al código binario deberá de realizar la siguiente operación:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

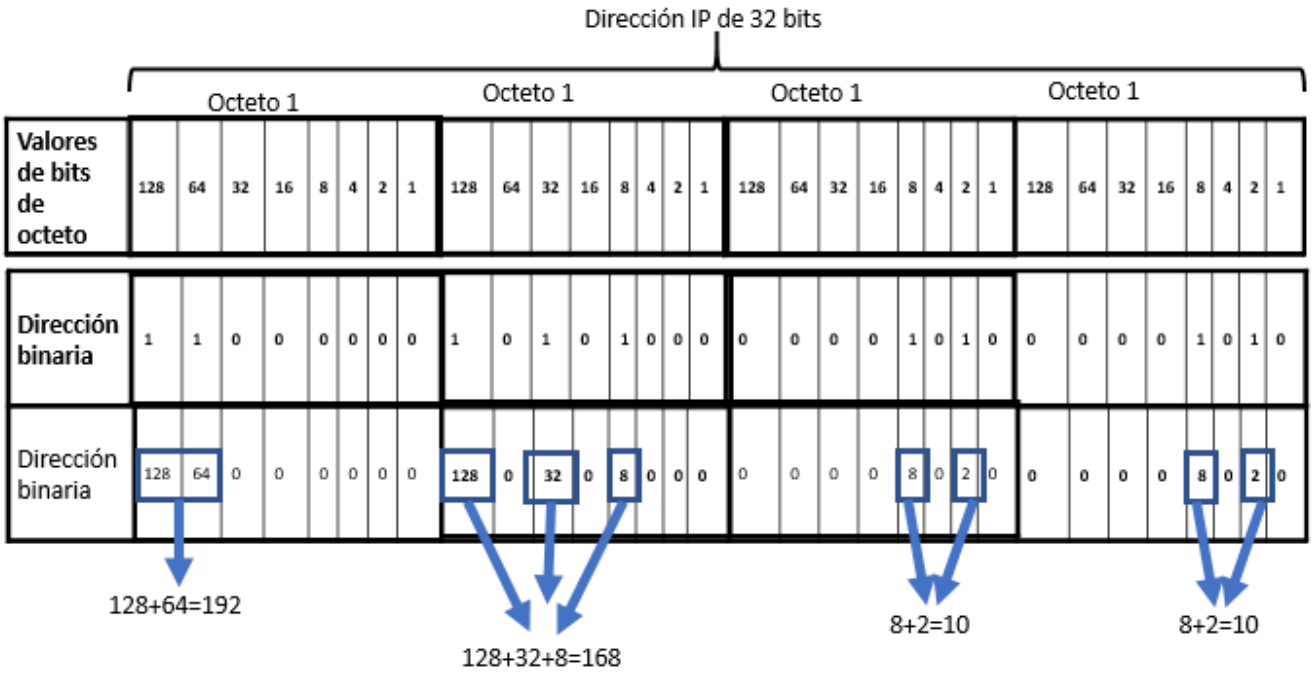

Fig. 4 Conversión de una dirección binaria a decimal en IPv4 (Benites, 2017)

2. Clases de direcciones IP

Estas direcciones IP tienen 5 clases de las cuales a los usuarios solo utilizan desde la clase A hasta la C, ya que la clase D está reservado para realizar multicast y la clase E es solo para uso experimental en casos de estudio. (Bellido Quintero, 2014)

3. Máscaras

La máscara dependerá de la clase de dirección de red que se le asignará a la computadora. Esta consta de 32 bits. Los bits que serán para la dirección de red se le asignará uno, y a los que pertenecerá al host cero. (Bellido Quintero, 2014)

1.3.2. Protocolo de Internet versión 6 (IPv6)

A. Representación de direcciones de red IPv6

(Martínez & Riaño, 2015) Una dirección de IPv6 está constituida por «128» «bits» representados en formato hexadecimal en ocho bloques de cuatro dígitos separados por el carácter «:». Es decir:

xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx

Donde cada «x» representa un dígito hexadecimal.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Por ejemplo:
2001:0678:0000:00ab:f500:0000:0000:0001

Existen dos reglas de representación simplificada:
1.- Los ceros a la derecha son omisibles. Ala izquierda no.
2.Uno o más cuartetos consecutivos formados únicamente por ceros pueden ser sustituidos por «::», pudiéndose aplicar una sola vez.
De este modo, el ejemplo anterior se podría simplificar como:
2001:678:0:ab:f500::1
2001:678::ab:f500:0:0:1

Hay una notación adicional para casos de protocolos que compatibilizan IPv4 e IPv6 y que consiste en definir los últimos «32» «bits» de la dirección IPv6 a partir de la dirección IPv4 en formato decimal.

Es decir: xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:d.d.d.d
donde cada «d» representa un dígito en notación decimal.

Por ejemplo: 2001:0678:0:ab:f500::172.20.0.1
Es el caso de auto túneles en los que la dirección IPv6 se deriva a partir de un prefijo y la dirección IPv4 existente. Estas direcciones tienen el requisito de necesitar una máscara de longitud «/96», concepto que se explica en el siguiente punto.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

B. Formato del paquete IPv6

(Boronat Seguí & Montagud Climent, 2013) Las partes de la cabecera IPv6 son los siguientes:

Versión	Clase de tráfico	Etiqueta de flujo	
Longitud de carga útil		Sig. Cabecera	Límite saltos
Dirección de origen (16 bytes)			
Dirección de destino(16 bytes)			

Fig. 5 Detalle de la cabecera IPv6 (Boronat Seguí & Montagud Climent, 2013)

Versión (4-bits): Indica la versión del protocolo IP. En este caso contendrá un 6.

Clase de Tráfico (8 bits). Permite diferenciar clases de tráfico como, por ejemplo, entre tráfico interactivo y tráfico normal. Permite la posibilidad, incluso, de descartar ciertos datagramas en caso de congestión.

Entre las clases de tráfico están las siguientes:

0: Tráfico sin clasificar.

1: Tráfico de 'relleno', por ejemplo, noticias en red.

2: Transferencia de datos normal (por ejemplo, tráfico de correo electrónico).

3: Reservado.

4: Transferencias de datos atendidas (por ejemplo, transferencia de ficheros).

5: Reservado.

6: Tráfico interactivo.

7: Tráfico de control de Internet (por ejemplo, mensajes de protocolos de encaminamiento).

Valores de 8 a 15: se pueden utilizar por los mecanismos de control de congestión, si los protocolos de transporte utilizados no realizan dicho control, como es el caso de UDP.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Etiqueta de Flujo. Se trata de una etiqueta que permite diferenciar clases de flujos, permitiendo diferentes tratamientos en función de la etiqueta. De esta manera, se puede señalar el tráfico que necesite tratamiento especial, como es el caso, por ejemplo, del tráfico en tiempo real, que es posible que necesite reserva de ancho de banda.

Longitud de Carga Útil (16 bits). Del resto del datagrama a partir del último byte de la cabecera. Nótese que las extensiones de cabecera (extension headers) presentes en el datagrama, si existen, se consideran parte de la carga útil, es decir, que estarían incluidas en la longitud indicada en este campo.

Límite de Saltos (8 bits). Es el que contendrá un valor que se decrementará en 1 unidad en cada nodo que reenvíe el datagrama. El datagrama se descartará cuando se llegue a cero. Similar al campo TTL de los datagramas IPv4.

Dirección IP de Destino (128 bits). Puede ser que no coincida con el destino final de la información, como pasa, por ejemplo, en el caso de que se incluya una cabecera de encaminamiento.

C. Conversión de bits a hexadecimal

(Castaño Ribes & López Fernández, 2013, pág. 177)Para convertir bits a hexadecimales, cada cuatro bits se sustituyen por el número correspondiente según la tabla:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tabla 1 *Convertir bits a hexadecimal*

Binario	Hexadecimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	**7**
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Fuente: (Castaño Ribes & López Fernández, 2013)

1.3.3. Mecanismos de transición

(Martínez & Riaño, 2015, pág. 37)La migración natural de los sistemas en versión IPv4 a versión IPv6 será un proceso progresivo de adaptación. Hasta la extinción absoluta de IPv4 (que supondrá décadas de tiempo), existirán métodos llamados de transición. En función de cada necesidad se optará por uno u otro y aunque existen múltiples alternativas, todas ellas pueden englobarse en una de las tres categorías que se detallan en los sucesivos apartados.

A. Dual Stack

(Martínez & Riaño, 2015, pág. 37) «Dual stack» (traducción literal «doble pila») significa que el nodo tiene la capacidad de utilizar IPv4 e IPv6 al mismo tiempo. Para ello tendrá direcciones de ambas versiones y será capaz de comunicarse con otros nodos con protocolos en IPv4 y en IPv6. Es lo que se conoce como IPv4 e IPv6 nativo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

En el caso de un «host» con doble direccionamiento, éste enviará solicitud de DNS de una versión y en caso de no recibir respuesta, intentará validar solicitud en la otra versión. Según tecnología y fabricante, en unos casos se hace primero una solicitud en IPv6 y en otros se intenta primero lanzar una solicitud en IPv4.

En el caso de un «router», «Dual Stack» requiere que todas las interfaces conectadas tengan direccionamiento IPv6 y que éste se encamine con protocolos IPv6. Por lo general, la topología y diseño de red serán muy similares a los de IPv4 ya existentes.

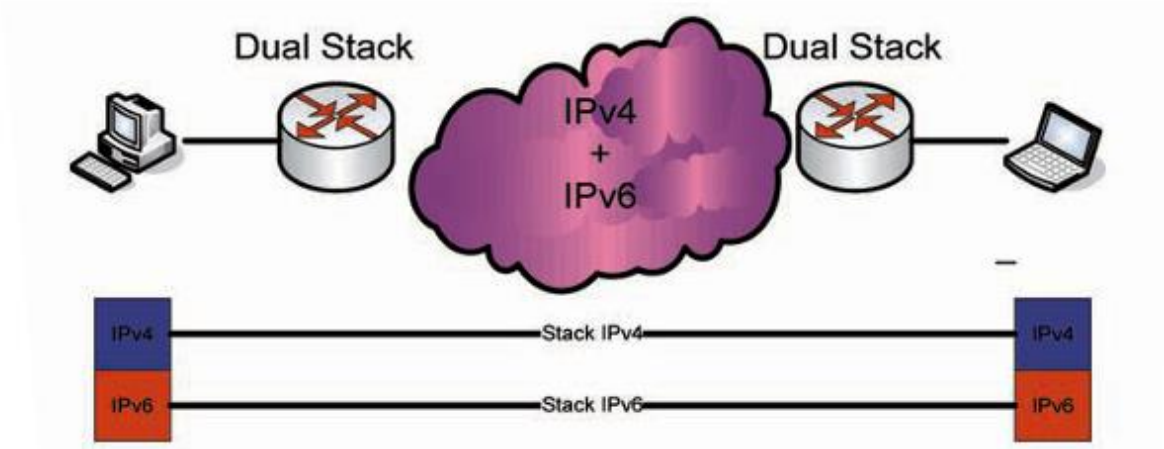

Fig. 6 Topología del Mecanismo Dual Stack (Martínez & Riaño, 2015)

```
Router0>en
Router0#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router0(config)#ipv6 unicast-routing
Router0(config)#int fa 0/0
Router0(config-if)#ipv6 enable
Router0(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router0(config-if)#ipv6 address 2001:1:a:1::1/64
Router0(config-if)#no shut
```

Fig. 7 Configuración del mecanismo Dual Stack (Sepulveda, 2011)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

B. **Túneles de transición**

(Martínez & Riaño, 2015, pág. 38) Una opción con menor impacto en nuestra red es utilizar túneles de transición, que encapsulan una versión de IP y la transportan sobre la otra. Se han definido túneles para ambos casos, encapsular IPv6 en una red de IPv4, y encapsular IPv4 en una red IPv6. Mientras la primera dará conectividad en redes ya desplegadas, la segunda servirá como solución a nuevas redes IPv6 que necesiten mantener alguna conectividad en IPv4.

Ambos casos serán resolutivos si bien las necesidades de evolución de IP han hecho que se desarrollen muchos más métodos de tunelización de IPv6 sobre IPv4, como veremos en los ejercicios prácticos.

El mecanismo de un túnel consiste en convertir el paquete de la versión a transportar extremo a extremo en el "payload" o datos de la versión que tiene comunicación en todos los nodos intermedios. De este modo comunicamos islas aisladas de un protocolo como se indica en la siguiente ilustración.

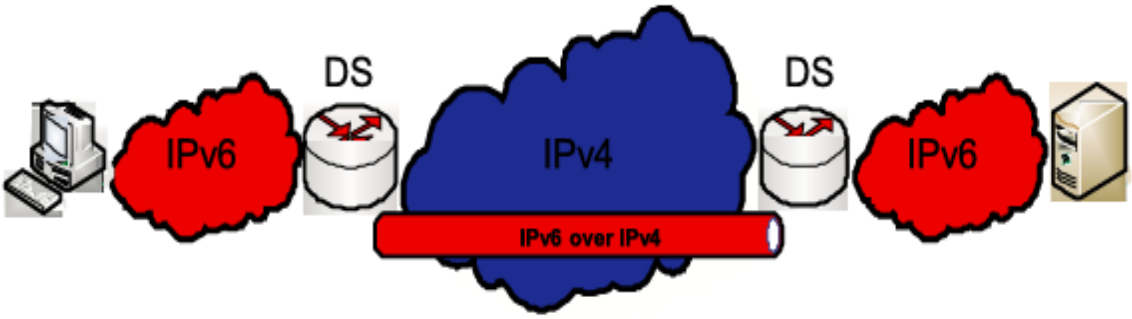

Fig. 8 Topología del Mecanismo Tunelización (Martínez & Riaño, 2015)

En este caso, podemos conectar redes de IPv6 separadas entre sí utilizando la tecnología de IPv4 ya existente. Para la comunicación extremo a extremo en IPv6 la red IPv4 es transparente. Al mismo tiempo, IPv4 transporta el paquete de IPv6 encapsulado de forma que lo trata como información de datos del nivel superior y que por tanto será des encapsulada cuando llegue al destino. Por último, los nodos que interconectan redes de ambas versiones han de tener la capacidad de funcionar en modo «dual stack», para poder comunicarse con cada segmento de red como éste

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

requiera. Existen diferentes tipos de túnel, pero todos ellos pueden dividirse en dos grandes categorías.

Los túneles punto a punto y los túneles punto a multipunto. Los primeros conectan únicamente a dos nodos, estableciendo un enlace virtual entre ambos, y se configuran de forma estática ambos extremos. En el caso de los túneles multipunto un nodo inicial es capaz de comunicarse mediante túnel con múltiples destinos remotos que también soporten el establecimiento de dicho túnel.

En este caso no es necesario preconfigurar de antemano el extremo remoto, sino que se descubre de forma dinámica, por tanto, es un diseño más escalable y que requiere de menos configuración, pero a efectos prácticos no difiere técnica ni conceptualmente de un túnel estático.

Generalmente, un túnel estático es preferible para tráficos continuos, para los que merezca la pena configurar un protocolo de encaminamiento IGP. Un túnel dinámico es más ligero y es adecuado para tráficos con poca frecuencia o poco predecibles.

(Castaño Ribes & López Fernández, 2013, pág. 180)La principal diferencia entre ellas radica en la ubicación de los nodos duales: si se colocan antes de la red IPv4, entre los dispositivos de red IPv4, etc.

B.1 Túnel 6to4

(Dariene , 2011, pág. 20) 6to4 es un túnel automático definido en la RFC 3056.

2002	V4ADDR	ID SUBRED	ID INTERFAZ
16 bits	32 bits	16 bits	64 bits

Fig. 9 Estructura de las direcciones del mecanismo de tunelización 6to4 (Dariene , 2011)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

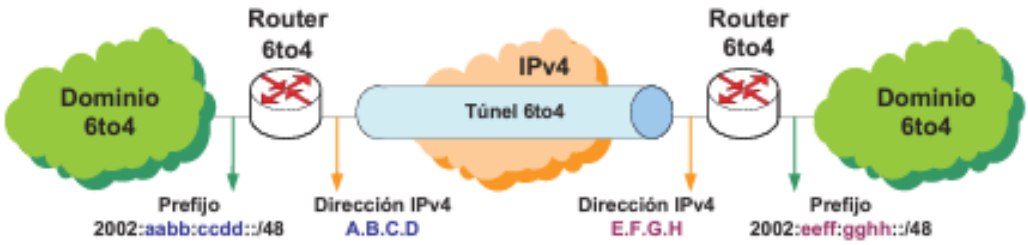

Fig. 10 Estructura del mecanismo de tunelización 6to4 *(Dariene , 2011)*

Los paquetes IPv6 que posean direcciones de destino con un prefijo diferente al 2002:V4ADDR::/48 utilizado en su dominio 6to4, son encaminados hacia el router

La Fig. 11 muestra un túnel 6to4 que utiliza un router relay 6to4.

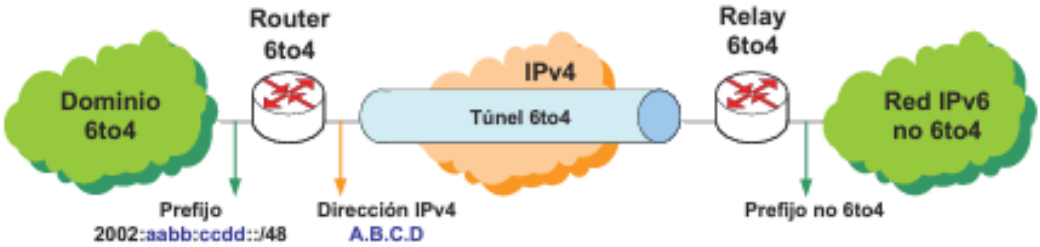

Fig. 11 Estructura del Mecanismo de Tunelización 6to4 con un router relay 6to4 *(Dariene , 2011)*

El router de borde debe tener una ruta por defecto apuntando hacia la dirección del relay 6to4, mientras que este último debe tener una ruta por defecto hacia la Internet IPv6. Los paquetes IPv6 enviados a direcciones con prefijo diferente al correspondiente a 6to4, serán encapsulados y enrutados hacia el relay debido a la ruta por defecto. Luego el relay lo desencapsula y lo enruta hacia la red correspondiente. Adicionalmente, la RFC 3068 propone el uso de direcciones anycast para descubrir el relay 6to4 más cercano de manera automática. Para ello se ha reservado la dirección IPv4 anycast 192.88.99.1, que se debe configurar como dirección secundaria en los relays 6to4 en la interfaz de cara a la red IPv4. En este caso debe configurarse la dirección anycast antes mencionada como ruta por defecto en el router de borde.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

El router de borde debe tener una ruta por defecto apuntando hacia la dirección del relay 6to4, mientras que este último debe tener una ruta por defecto hacia la Internet IPv6. Los paquetes IPv6 enviados a direcciones con prefijo diferente al correspondiente a 6to4, serán encapsulados y enrutados hacia el relay debido a la ruta por defecto. Luego el relay lo desencapsula y lo enruta hacia la red correspondiente. Adicionalmente, la RFC 3068 propone el uso de direcciones anycast para descubrir el relay 6to4 más cercano de manera automática. Para ello se ha reservado la dirección IPv4 anycast 192.88.99.1, que se debe configurar como dirección secundaria en los relays 6to4 en la interfaz de cara a la red IPv4. En este caso debe configurarse la dirección anycast antes mencionada como ruta por defecto en el router de borde.

Tabla 2 *Configuración del mecanismo de tunelización 6to4*

```
R1(config)#interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2002:C0A8:0500::5/64
R1(config)#interface g0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2002:C0A8:0300::3/64
R1(config)#interface tunnel 1
R1(config-if)#ipv6 enable
R1(config-if)#ipv6 address
2002:C0A8:0300:0001::3/64
R1(config-if)#tunnel source 192.168.34.3
R1(config-if)#tunnel mode ipv6ip 6to4
R1(config-if)#ipv6 route 2002::/16 tunnel 1
```

Fuente:(Canela, 2016)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

B.2 Túnel ISATAP (Intra Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)

(Dariene , 2011, pág. 23) Este tipo de túnel automático requiere que los nodos sean doble pila. Fue diseñado para crear túneles entre un host y un router o entre hosts pertenecientes al mismo sitio, al encapsular los datagramas IPv6 en los datagramas IPv4. Se encuentra descrito en la RFC 5214. El formato de las direcciones ISATAP.

Fe80::/64(ENLACE LOCAL) Ó PREFIJO /64 (GLOBAL)	0000:5efe	Dirección IPv4
64 bits	32 bits	32 bits

Fig. 12 Formato de las direcciones del mecanismo de tunelización ISATAP *(Dariene , 2011)*

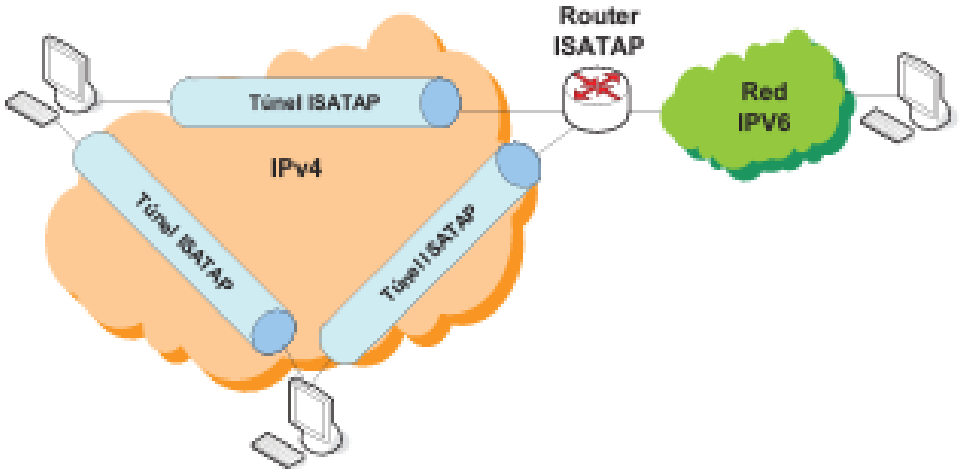

Fig. 13 Topología del mecanismo de tunelización ISATAP *(Dariene , 2011)*

Los nodos ISATAP crean sus direcciones de enlace local basándose en su dirección IPv4 como ya ha sido descrito, con lo cual se establece un enlace virtual basado en las direcciones de enlace local.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

En cuanto a las direcciones globales, en el caso de los routers debe ser configurada manualmente para que luego estos anuncien el prefijo /64 destinado para ISATAP y los hosts puedan conformar sus propias direcciones globales con la información anunciada más su dirección IPv4. En este caso también se conforma un enlace virtual entre los nodos, pero basado en direcciones globales.

Para la comunicación entre hosts ISATAP se utiliza el túnel ISATAP host-host. La encapsulación y desencapsulación de los paquetes la realizan siempre los hosts. Cuando un host ISATAP desea alcanzar un host perteneciente a una red IPv6 nativa se utiliza el túnel ISATAP entre host-router. La dirección del router por defecto para alcanzar la Internet IPv6 debe ser configurado manualmente en el host. Cuando el paquete llega al router es desencapsulado para luego ser encaminado utilizando técnicas de enrutamiento propias de IPv6. Este mecanismo no es apropiado para proveedores de servicio, sino para el uso interno de empresas. Es importante aclarar que no debe hacerse uso de NAT (Network Address Translator) en el camino entre los nodos ISATAP.

b.2.1 Ejemplo del mecanismo de tunelización ISATAP

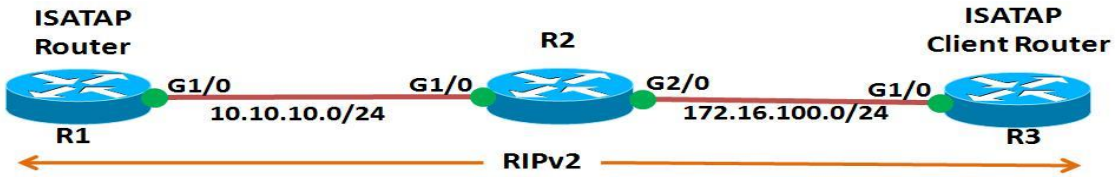

Fig. 14 Ejemplo del mecanismo de tunelización ISATAP *(Narayanan, 2013)*

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Configuración del ejemplo del mecanismo de tunelización ISATAP

Tabla 4 *Configuración R1*

```
ip cef
!
ipv6 unicast-routing
ipv6 cef
!
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 !
interface Tunnel1
 no ip address
 no ip redirects
 ipv6 address 2001:DB8:AA10:10::/64 eui-64
 no ipv6 nd ra suppress
 tunnel source Loopback0
 tunnel mode ipv6ip isatap
 !
interface GigabitEthernet1/0
 ip address 10.10.10.100 255.255.255.0
 negotiation auto
 !
router rip
 version 2
 network 1.0.0.0
 network 10.0.0.0
!
gatekeeper
 shutdown
!
end
```

Fuente: (Narayanan, 2013)

Tabla 3 *Configuración R2*

```
hostname R2
!
ip source-route
ip cef
!
interface Loopback0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 !
!
interface Loopback1
 ip address 2.2.2.3 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet1/0
 ip address 10.10.10.101 255.255.255.0
 negotiation auto
!
!
interface GigabitEthernet2/0
 ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
 negotiation auto
!
router rip
 version 2
 network 2.0.0.0
 network 10.0.0.0
 network 172.16.0.0
!
!
!
end
```

Fuente:(Narayanan, 2013)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tabla 6 *Configuración R3(ISATAP cliente router)*

```
!
!
version 15.0
!
hostname R3
!
ip source-route
ip cef
!
interface Loopback0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 !
!
interface Tunnel1
 no ip address
 ipv6 address autoconfig
 ipv6 enable
 tunnel source GigabitEthernet1/0
 tunnel mode ipv6ip
 tunnel destination 1.1.1.1
!

interface GigabitEthernet1/0
 ip address 172.16.100.2 255.255.255.0
 negotiation auto
 !
!
router rip
 version 2
 network 3.0.0.0
 network 172.16.0.0
!
!
!
end
```

Fuente: (Narayanan, 2013)

Tabla 5 *Ping entre router ISATAP y cliente*

Ahora el enrutador ISATAP debería poder hacer ping al cliente, es decir, el enrutador R3

R1 # ping 2001: DB8: AA10: 10 :: AC10: 6402

Escriba la secuencia de escape para abortar.

Enviando 5 ICMP Echos de 100 bytes a 2001: DB8: AA10: 10 :: AC10: 6402, el tiempo de espera es de 2 segundos

Fuente: (Narayanan, 2013)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

C. Túnel 6RD (IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures)

(Dariene , 2011, pág. 28)6RD es un túnel automático definido en las RFC 5569 y RFC 5969. Fue diseñado para acelerar el despliegue de IPv6 en los usuarios finales conectados a infraestructuras de redes IPv4.

Este mecanismo es muy similar a 6to4, con la diferencia que utiliza un prefijo IPv6 propio del ISP en lugar del utilizado para 6to4. De esta manera, el dominio operacional está limitado al ISP y se encuentra bajo su directo control. El prefijo a utilizar para el dominio 6rd será seleccionado por el ISP.

Dentro del dominio 6rd existen 6rd CE (Customer Edge) routers y 6rd BR (Border Relays). Los paquetes IPv6 encapsulados viajan dentro de la estructura de red del ISP y son enrutados por ambos tipos de routers. Los 6rd BR solo son atravesados cuando se requiere la comunicación con hosts externos al dominio 6rd del ISP.

El prefijo para ser utilizado en un sitio es creado al combinar el prefijo 6rd y toda o parte de la dirección IPv4 del CE. Es decir, que el prefijo varían de un dominio 6rd a otro. 6rd permite que el ISP ajuste el tamaño del prefijo: cuántos bits serán utilizados por el mecanismo 6rd y cuántos serán delegados a los sitios.

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **interface tunnel** *tunnel-number*
4. **tunnel source** {*ip-address*| *interface-t ype interface-number*}
5. **tunnel mode ipv6ip [6rd | 6to4 | auto-tunnel | isatap]**
6. **tunnel 6rd prefix** *ipv6-prefix / prefix-length*
7. **tunnel 6rd ipv4 {prefix-length** *length*} {**suffix-length** *length*}

Fig. 15 Formato del mecanismo de tunelización 6RD (CISCO, s.f)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
interface Tunnel1
 ipv6 address 2001:B000:100::1/32
 tunnel source loopback 1
 tunnel mode ipv6ip 6rd
 tunnel 6rd prefix 2001:B000::/32
 tunnel 6rd ipv4 prefix-len 16 suffix-len 8
end
Router# show tunnel 6rd tunnel 1
Interface Tunnel1:
  Tunnel Source: 10.1.1.1
  6RD: Operational, V6 Prefix: 2001:B000::/32
  V4 Common Prefix Length: 16, Value: 10.1.0.0
  V4 Common Suffix Length: 8, Value: 0.0.0.1
```

Fig. 16 Ejemplo de configuración del Mecanismo 6RD *(CISCO, s.f)*

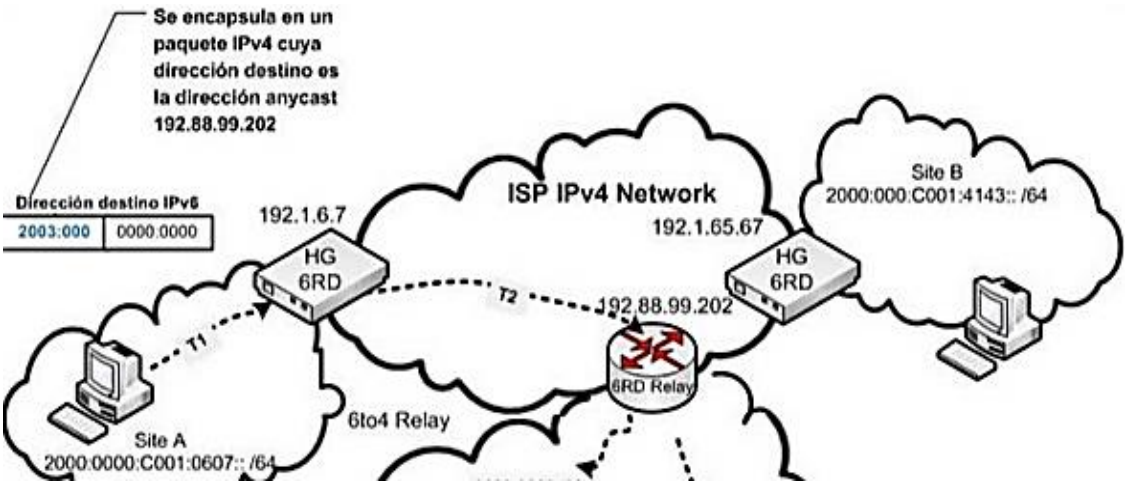

Fig. 17 Estructura del Mecanismo de Tunelización automática 6RD *(Martínez & Riaño, 2015)*

D. Túnel Manual IPV6IP

(Dariene , 2011, pág. 30) Los túneles manuales son usados generalmente para comunicar redes doble pila que utilizan un backbone IPv4. En estos casos las configuraciones se implementan en los routers de borde de cada una de estas redes, los cuales realizan la encapsulación y desencapsulación de los paquetes. Se debe realizar la configuración en ambos extremos para lograr la comunicación bidireccional.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Este tipo de túneles solo es conveniente cuando no sea necesario interconectar muchos puntos ya que la configuración manual de los mismos podría resultar trabajosa. En esos casos se recomienda utilizar mecanismos automáticos.

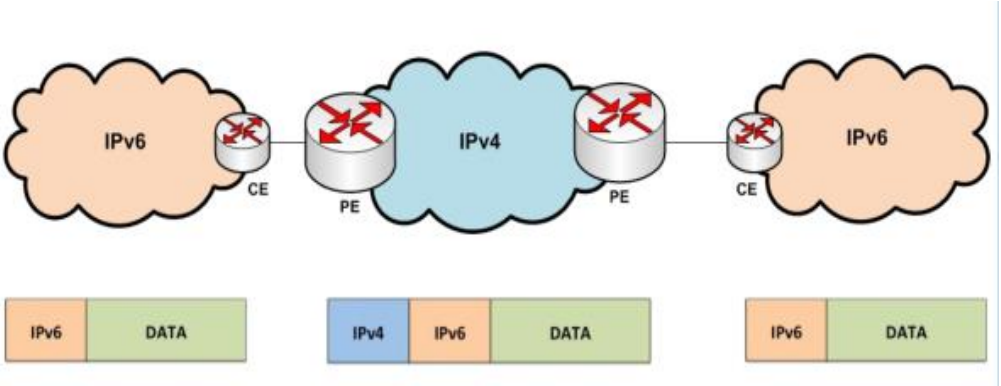

Fig. 18 Estructura del mecanismo Túnel Manual IPv6IP *(Koršič & Straus Istenič, s.f)*

Configuración de túnel manual:

(Martínez & Riaño, 2015, pág. 77)Para configurar un túnel manualmente es necesario definir una interfaz túnel. Es una interfaz lógica que se asocia a una dirección IP que se utilizará como interfaz de salida para el tráfico encapsulado. En este ejemplo encapsulamos tráfico IPv6 sobre IPv4, por tanto, la interfaz túnel la asociamos a una interfaz «loopback» que tiene dirección IP de IPv4. El destino del tráfico encapsulado en la red IPv4 será una dirección del destino del túnel alcanzable en IPv4. Como es un túnel manual, la especificamos de forma explícita. Además, es necesario configurar el tipo de encapsulación que realiza el túnel, para el caso de un túnel manual es «ipv6ip». Por último, para que la comunicación sea posible, es necesario hacer que la interfaz túnel sea visible en la topología de la isla en IPv6. Para ello se configura una dirección IPv6 y permitimos su anuncio en la red, en este caso implementando OSPFv3.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **interface tunnel** *tunnel-number*
4. **ipv6 address** *ipv6-prefix* / *prefix-length* **[eui-64]**
5. **tunnel source** {*ip-address*| *interface-t ype interface-number*}
6. **tunnel destination** *ip-address*
7. **tunnel mode ipv6ip**

Fig. 19 Formato del mecanismo Túnel Manual IPv6IP *(CISCO, s.f, pág. 5)*

E. Traducción de direcciones de red mediante NAT

(Martínez & Riaño, 2015, pág. 40)En los dos casos anteriores existe una característica común y es que permiten la comunicación entre nodos que soportan la misma versión de IP, tanto la versión 4 como la versión 6. Pero se puede dar la situación en la que necesitemos permitir que un nodo en una versión envíe tráfico a otro nodo que tenga una versión IP diferente. Para que este escenario pueda funcionar debemos realizar la traducción de un protocolo a otro y para ello se ha recurrido a una tecnología ampliamente utilizada en IPv4 para traducir el direccionamiento privado en público y viceversa conocida como NAT 17 («Network Address Translation»).

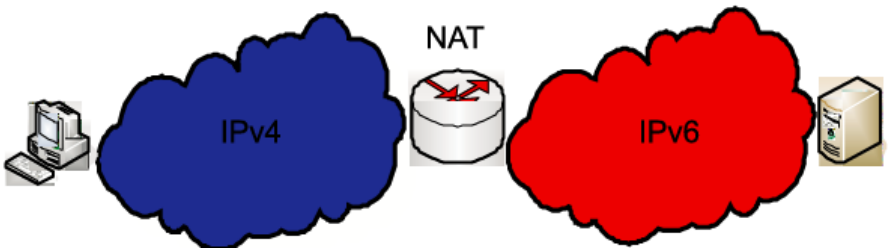

Fig. 20 Estructura del mecanismo de traducción NAT *(Dariene , 2011)*

Para el caso de IPv6 se han desarrollado diversas versiones de NAT, no sólo traduce las direcciones de IPv4-IPv6 sino también las cabeceras de ambos protocolos, así como las de UDP/TCP o ICMP/ICMPv6. El uso de NAT plantea una problemática para niveles de capa superior que requieran el uso de la dirección IP(como por

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ejemplo FTP, DNS o VoIP). Por ello es necesario aplicarse junto con los llamados ALG («Application Layer Gateways») que soportan esas funciones. Actualmente esta versión se considera obsoleta debido a sus limitaciones, pero sigue siendo útil para fines académicos.

Ante las limitaciones de NAT-PT se desarrolló otra versión conocida como NAT64 20 , que por su complejidad para aplicarse a un entorno de simulador virtual, no será contemplada en este tomo. Junto con las funciones de NAT, el «router» de interconexión de ambas versiones ha de garantizar la disociación de solicitudes de DNS entre DNSv4 y DNSv6.

1.4 Formulación del Problema

¿Qué mecanismo de transición es el más eficiente en la migración de IPv4 a IPv6?

1.5 Justificación e importancia del estudio

La presente investigación está enmarcada en la sub línea de investigación de Tecnologías de Información en la prioridad de Redes de computadoras, dicha línea está el documento titulado "Mapa de Investigación de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas", documento aprobado por la Universidad Señor de Sipán en el Consejo de Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo.

Esta investigación aportará en conocimiento a los Ingenieros que trabajan en esta área para que puedan conocer que mecanismo de transición da mejor resultado al migrar gradualmente de IPv4 a IPv6. Es viable técnicamente debido a que se cuenta con todas las técnicas y conocimientos previos en base a diferentes investigaciones. Los equipos con los que se harán las pruebas se tienen disponibles en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes (LABSIS) de la Universidad Señor de Sipán, por lo tanto, es viable económicamente realizarlo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1.6 Hipótesis

El mecanismo de transición ISATAP es el más eficiente para la migración de IPv4 a IPv6.

1.7 Objetivos

1.7.1Objetivo General:

Analizar comparativamente mecanismos de transición para la migración de IPv4-IPv6.

1.7.2 Objetivos Específicos:

1. Seleccionar los mecanismos de transición.
2. Seleccionar métricas de medición.
3. Diseñar la topología de la red.
4. Implementar los mecanismos de transición en la red propuesta.
5. Evaluar los mecanismos de transición

II.-MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

Este proyecto corresponde al tipo cuantitativa, tecnológica aplicada, porque toda la base de conocimientos de la investigación se aplica directamente para alcanzar los objetivos específicos y así llegar al objetivo general, llegando a dar solución a una situación problemática. Además, se aplicará métricas que han sido usadas en los artículos científicos que permite medir el rendimiento como por ejemplo latencia, rendimiento, uso del CPU y tamaño de la Ventana TCP.

El Diseño de Investigación es Cuasiexperimental ya que se manipulará la muestra para generar los mejores resultados, porque todos los procesos se aplicarán en los mecanismos de transición ISATAP y Túnel IPv6IP como por ejemplo los indicadores de rendimiento para así poder saber que mecanismo es el más eficiente al migrar de una red IPv4 a IPv6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.2 Población y muestra

2.3.1 Población: En la presente investigación se estudió las tres clases de mecanismos de transición estos son: Dual Stack, Tunelización (Túnel 6to4, Túnel GRE, ISATAP, 6RD, Túnel manual IPv6IP) y Traducción (NAT64). (Martínez & Riaño, 2015)

2.3.2 Muestra: Por conveniencia se opta por utilizar dos mecanismos de transición: ISATAP e IPv6IP debido a que en las investigaciones anteriores (Sookun & Basso, 2016), (Vivas, Silva, & Muñoz, 2017) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016) y (Trúchly , Helebrandt , & Danielovie, 2016) han tenido mejores resultados al implementarlos en la red (Ver Anexo 1).

2.3 Variables, Operacionalización

2.3.1 Variables:

Variable independiente:

Mecanismos de transición

Variable dependiente:

Migración de IPv4-IPv6

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.3.2 Operacionalización:

TABLA 7 *Operacionalización*

VARIABLES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA / INSTRUMENTO
Variable Independiente Mecanismos de transición	**Latencia**	$L = TV - TI$ ms	Observación / Ficha de Observación
	Rendimiento	$R = \frac{Tamaño_pqte}{Latencia}$ Mbits /s	
	Uso del CPU	$\%UCPUM - \%UNCPU$	
	Pérdida de paquetes	$PPqte = \frac{\#PP}{\#PR}\%$	
Variable Dependiente Migración de IPv4-IPv6	**Cantidad equipos IPv6**	$\frac{Equipos_IPv6}{Total\ Equipos}x100$	

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

***Tabla* 8** *Técnica e instrumento de recolección de datos*

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación: Permitió analizar los datos de la red que servirá para desarrollar los indicadores propuestos y así evaluar el rendimiento de la red. Además, permitió observar cómo es la comunicación entre redes IPv4 a IPv6 y viceversa enviando una carga útil para verificar si se transmite correctamente. A partir de los resultados que se mostraron se observará si soporta la carga útil enviada o se debería reducir para que los paquetes no se fragmenten.	**a.- Ficha de Observación:** Este instrumento permitió anotar todos los sucesos observados de la red propuesta que estará implementado en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes de la Universidad Señor de Sipán de manera que sirva para desarrollar el tema propuesto en el presente proyecto.

Fuente: Elaboración propia

2.5 Procedimientos de análisis de datos

2.5.1 Latencia: Es el tiempo transcurrido entre la solicitud enviada por un host y la respuesta recibida del otro host Se utiliza la siguiente formula:

$$L = TV - TI\ ms$$

Donde:

Tabla 9 *Variables del indicador latencia*

Variable	Descripción
TV	Tiempo vuelta(Echo Reply)
TI	Tiempo Ida(Echo Request)

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.5.2 Rendimiento: Es la cantidad de datos que se transmitirá por la red en una unidad de tiempo. Se utiliza la siguiente formula:

$$R = \frac{\text{Tamaño_pqte}}{Latencia}\ Mbits/s$$

Donde:

Tabla 10 *Variables del indicador rendimiento*

Variable	Descripción	Fórmula
Tamaño del paquete (Tamaño_pqte)	Indica el tamaño del paquete que va a ser transmitido por la red.	32≤ Tamaño_pqte ≤1432
Latencia	Tiempo que demora en salir el paquete de la computadora del emisor hasta llegar a la computadora del usuario de destino	$L = TV - TI\ ms$

Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Uso del CPU: Es el nivel de uso en porcentaje del consumo del CPU en la ejecución de un proceso. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\%UCP = \%UCPUM - \%UNCPU$$

Donde:

Tabla 11 *Variables del indicador Uso del CPU*

Variable	Descripción
%UCPUM	Rango del Porcentaje de Uso del CPU al ejecutarse el mecanismo.
%UNCPU	Rango del Porcentaje de Uso Normal del CPU.

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.5.4 Pérdida de paquetes: Es el porcentaje de paquetes que se descartan en la red debido a que fallan a la hora de llegar a su destino. Se utilizará la siguiente formula:

$$PPqte = \frac{\#PP}{\#PR}\%$$

Donde:

Tabla 12 *Variables del Indicador Pérdida de Paquetes*

Variable	**Descripción**
#PP	Número de paquetes perdidos
#PR	Número de paquetes recibidos

Fuente: Elaboración propia

2.5.5 Cantidad de equipos IPv6: Esta cantidad de equipos permitirán identificar que host se asigna para la topología de red. Se utilizará la siguiente formula:

$$CE = \frac{Equipos\ _IPv6}{Total\ Equipos} x100$$

Donde:

Tabla 13 *Variables del indicador cantidad de equipos IPv6*

Variable	**Descripción**
Equipos_IPv6	Cantidad de equipos de red que tengan soporte IPv6
Total de Equipos	Cantidad de equipos de red que tengan soporte IPv4 e IPv6

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.6 Criterios éticos

a. **Derechos del autor:** Todas las investigaciones usados en el presente proyecto están citados y referenciados en la que se indica el título, año de publicación y los autores de la investigación.

b. **Confidencialidad:** La información tendrá la normas y valores que un profesional debe tener al realizar las pruebas y se mantendrá en secreto la información que tendrán los dispositivos de red.

2.7 Criterios de Rigor Científico

a) Consistencia

La propuesta planteada de la red está sujeta a los patrones determinados.

b) Validez

La obtención de los datos de la red en su implementación será analizada para dar un resultado predilecto que verifique la hipótesis

c) Fiabilidad

La técnica e instrumento de medición que serán utilizados para medir las métricas de la red, se dará como resultado valores aproximados.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

III.- RESULTADOS

3.1.-Resultados en Tablas y Figuras

MECANISMO DE TRANSICIÓN IPV6IP

LATENCIA

Este indicador muestra la latencia por cada host que se utilizó cuando se envió la cantidad de MTU especificado. Su unidad de medida es milisegundos(ms).

***TABLA* 14** *Resultados del indicador latencia*

MTU	HOST				
	L1	L3	L4	L5	L6
32	1	1	2	1	3
232	1	1	2	2	3
432	2	1	3	3	3
632	2	3	2	3	3
832	2	2	2	2	3
1032	2	2	2	3	2
1232	3	3	2	3	3
1432	3	3	2	4	3

Fuente: Elaboración propia

Para saber cuál es la latencia en la red por MTU, se calcula un promedio para observar en cuanto varia la latencia.

TABLA 15 *Promedio del indicador latencia*

MTU	LATENCIA
32	2
232	2
432	2
632	3
832	2
1032	2
1232	3
1432	3

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 15, la latencia varia de 2 a 3 milisegundos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CANTIDAD DE EQUIPOS IPV6

Para verificar si los equipos con los que se trabajaría soportan IPv6 se consultó a las especificaciones de cada host.

TABLA 16 *Equipos que soportan IPv6 e IPv4*

HOST	IPV6	IPV4
R1	SI	SI
R2	SI	SI
R3	SI	SI
SW1	SI	SI
SW2	SI	SI
L1	SI	SI
L2	SI	SI
L3	SI	SI
L4	SI	SI
L5	SI	SI
L6	SI	SI
L7	SI	SI
L8	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Se observó que todos los equipos tienen soporte IPv6, por lo cual el resultado da un 100%. Por lo que no habría ningún problema si se desea migrar a una red IPv6.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\textbf{Equipos _IPv6}}{\textbf{Total Equipos}}\textbf{x100}$$

Aplicando la fórmula:

$$\frac{13}{13} x\ 100\% = 100\%$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PÉRDIDA DE PAQUETES

En el indicador Pérdida de paquetes, se observó un 0% de pérdidas. Debido a que la cantidad de MTU que se envió al realizar las pruebas es la correcta.

TABLA 17 *Resultado del indicador pérdida de paquetes*

MTU	32	232	432	632	832	1032	1232	1432
PP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

USO DEL CPU

Este indicador permite observar cuanto afecta el uso del CPU en los hosts. Como se aprecia en la Tabla 18. El porcentaje varia de 1 – 2 %. En el host L6 no afecta tanto debido a que es una Laptop Core i7 con una velocidad de procesador de 2.80Ghz a comparación de los otros hosts que tiene un procesador y velocidad de procesador inferior.

TABLA 18 *Resultado del indicador Uso del CPU*

HOST	L1	L3	L4	L5	L6
RESULTADO	2%	2%	1%	2%	1%

Fuente: Elaboración propia

RENDIMIENTO

Este indicador muestra el rendimiento por cada host que se utilizó cuando se envió la cantidad de MTU especificado. Su unidad de medida es milisegundos(ms)

TABLA 19 *Resultados del indicador rendimiento*

MTU	HOST				
	L1	L3	L4	L5	L6
32	32,00	32,00	16	32,00	10,67
232	232,00	232,00	116	116	77,33
432	216,00	432,00	144	144	144
632	316,00	210,67	316	210,67	210,67
832	416,00	416,00	416	416	277,33
1032	516,00	516,00	516	344	516
1232	410,67	410,67	616	410,67	410,67
1432	477,33	477,33	716	358	477,33

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Para saber cuál es el rendimiento en la red por MTU, se calcula un promedio para observar en cuanto varió.

TABLA 20 *Promedio rendimiento*

MTU	RENDIMIENTO
32	24,53
232	154,67
432	216,00
632	252,80
832	388,27
1032	481,60
1232	451,74
1432	501,20

Fuente: Elaboración propia

MECANISMO DE TRANSICIÓN ISATAP

LATENCIA

Este indicador muestra la latencia por cada host que se utilizó cuando se envió la cantidad de MTU especificado. Su unidad de medida es milisegundos(ms).

TABLA 21 *Resultados del indicador latencia*

MTU	HOST				
	L1	L4	L5	L6	L7
32	1	1	3	2	2
232	2	1	4	3	1
432	1	2	4	4	1
632	1	2	4	4	2
832	2	2	5	5	2
1032	2	2	5	6	2
1232	2	2	6	7	2
1432	2	3	6	7	3

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Para calcular es la latencia en la red por MTU, se realiza un promedio para observar en cuanto varia la latencia.

TABLA 22 *Promedio del indicador Latencia*

MTU	LATENCIA
32	2
232	2
432	2
632	3
832	3
1032	3
1232	4
1432	4

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 22, la latencia varia de 2 a 4 milisegundos.

CANTIDAD DE EQUIPOS IPV6

Para verificar si los equipos con los que se trabajaría soportan IPv6 se consultó a las especificaciones de cada host.

TABLA 23 *Equipos que soportan IPv6 e IPv4*

HOST	IPV6	IPV4
R1	SI	SI
R2	SI	SI
R3	SI	SI
SW1	SI	SI
SW2	SI	SI
L1	SI	SI
L2	SI	SI
L3	SI	SI
L4	SI	SI
L5	SI	SI
L6	SI	SI
L7	SI	SI
L8	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Se observó que todos los equipos tienen soporte IPv6, por lo cual el resultado da un 100%. Por lo que no habría ningún problema si se desea migrar a una red IPv6.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\textbf{Equipos_IPv6}}{\textbf{Total Equipos}}\textbf{x100}$$

Aplicando la fórmula:

$$\frac{13}{13} x\ 100\% = 100\%$$

PÉRDIDA DE PAQUETES

En el indicador Pérdida de paquetes, se observó un 0% de pérdidas. Debido a que la cantidad de MTU que se envió al realizar las pruebas es la correcta.

TABLA 24 *Resultado del indicador pérdida de paquetes*

MTU	32	232	432	632	832	1032	1232	1432
PP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

USO DEL CPU

Este indicador permite observar cuanto afecta el uso del CPU en los hosts. Como se aprecia en la Tabla 25. El porcentaje varió de 1 – 6 %. En el host L7 afectó demasiado debido a que es una Laptop con procesador AMD con una velocidad de procesador de 2.00Ghz a comparación de los otros hosts que tiene un procesador y velocidad de procesador superiores.

TABLA 25 Resultado del indicador uso del CPU

HOST	L1	L4	L5	L6	L7
RESULTADO	1-4%	0-1%	1-1%	1-6%	5-6%

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RENDIMIENTO

Este indicador muestra el rendimiento por cada host que se utilizó cuando se envió la cantidad de MTU especificado. Su unidad de medida es milisegundos(ms).

TABLA 26 *Resultados del indicador rendimiento*

MTU	HOST				
	L1	L4	L5	L6	L7
32	32,00	32,00	10,67	16,00	16,00
232	116,00	232,00	58,00	77,33	232,00
432	432,00	216,00	108,00	108,00	432,00
632	632,00	316,00	158,00	158,00	316,00
832	416,00	416,00	166,40	166,40	416,00
1032	516,00	516,00	206,40	172,00	516,00
1232	616,00	616,00	205,33	176,00	616,00
1432	716,00	477,33	238,67	204,57	477,30

Fuente: Elaboración propia

Para saber cuál es el rendimiento en la red por MTU, se calcula un promedio para observar en cuanto varió.

TABLA 27 *Promedio rendimiento*

MTU	RENDIMIENTO
32	21
232	143
432	259
632	316
832	316
1032	385
1232	446
1432	423

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.2 Discusión de resultados

TABLA 28 *Resultados de los mecanismos IP6IP e ISATAP*

METRICAS		MECANISMOS	
		IPv6IP	ISATAP
USO DEL CPU		1 -2	1-6
PÉRDIDA DE PAQUETES		0%	0%
LATENCIA	32	2	2
	232	2	2
	432	2	2
	632	3	3
	832	2	3
	1032	2	3
	1232	3	4
	1432	3	4
RENDIMIENTO	32	24,53	21,334
	232	154,67	143,066
	432	216,00	259,2
	632	252,80	316
	832	388,27	316,16
	1032	481,60	385,28
	1232	451,74	445,866
	1432	501,20	422,774
CANTIDAD DE EQUIPOS IPV6		100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 28. El mejor mecanismo de transición es IPv6IP teniendo en cuenta las siguientes métricas:

USO DEL CPU: El mecanismo IPv6IP aumenta de 1 a 2% el uso normal del CPU. ISATAP aumenta de 1-6%. Si el uso del CPU es mayor, esto ocasiona un aumento de recursos al implementar este mecanismo en la red. Por lo tanto, el más optimo es IPv6IP.

LATENCIA: Se calculó por Unidad máxima de transferencia (MTU) con los siguientes MTU (32,232,432,832,1032,1232,1432) para ambos mecanismos. Para el mecanismo IPv6IP la latencia fue de 2-3 ms, para ISATAP fue de 2-4 ms. En esta métrica se debe de seleccionar el mecanismo que obtuvo menos latencia, debido a que esta métrica interfiere en el rendimiento de la red. Por lo tanto, el mejor mecanismo en esta métrica es el mecanismo IPv6IP.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RENDIMIENTO: Esta métrica depende de la latencia que se obtiene, por lo tanto, si la latencia es mínima, el rendimiento es óptimo. Pero si la latencia es elevada, el rendimiento es bajo. Por este motivo el mejor mecanismo es IPv6IP ya que obtuvo mejores resultados a comparación de ISATAP.

CANTIDAD DE EQUIPOS IPV6: Es una métrica de vital importancia ya que cuando se realice la migración a IPv6 se debe verificar que los equipos que utilizaran Ipv6 sean compatibles con ese protocolo de internet. En este caso, todos los equipos si soportan IPv6, por lo tanto, para aplicar ambos mecanismos fue satisfactorio en lo que se obtuvo un 100% de resultado.

3.3. Aporte Practico

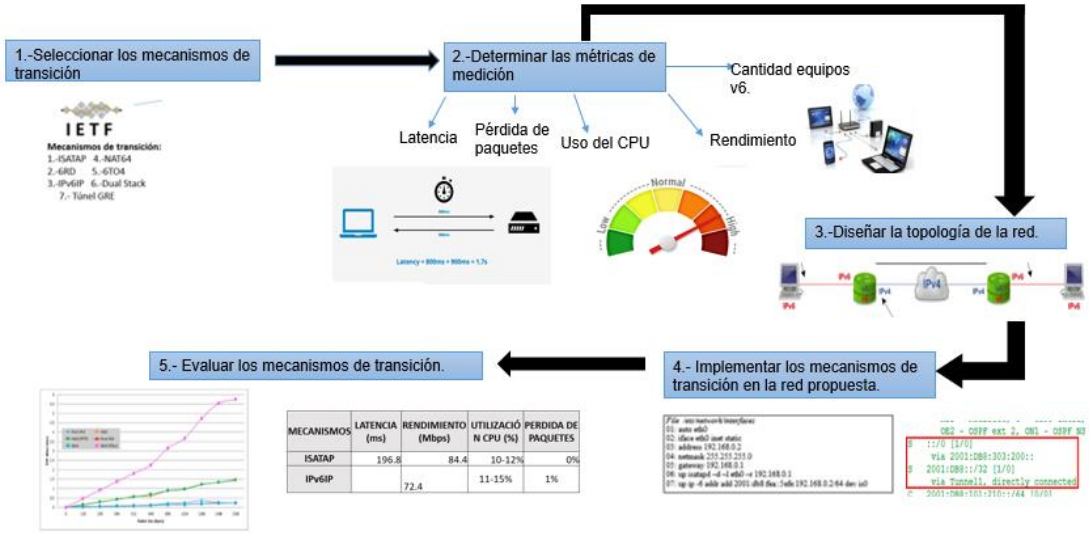

Fig. 21 Enfoque Propuesto
Fuente: Elaboración propia

Según la IETF los mecanismos de transición son 7: Dual Stack, ISATAP, 6TO4, IPv6IP, GRE, 6RD y NAT64 de los cuales se seleccionó dos mecanismos para esta investigación: IPv6IP e Isatap . En este proyecto se seleccionó la métrica de rendimiento ya que, si no se obtiene un buen rendimiento en la red, el mecanismo no es viable para implementarlo en una empresa. Para la determinar las métricas se revisó artículos científicos el cual se contabilizó las veces en que se utilizaba la métrica en cada investigación, por lo tanto las métricas que permitió la evaluación de los mecanismos son los siguientes: Latencia, Rendimiento, Uso del CPU y pérdida de paquetes, adicionalmente se deberá saber la cantidad de equipos que soportan IPv6 para realizar la migración. Teniendo en cuenta los mecanismos seleccionados, se diseñó una infraestructura de red que permita el tráfico IPv4

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

e IPv6. Posteriormente se implementó los equipos de red para medir el flujo de paquetes de un origen a un destino a través de la red. Después de haber implementado se procedió a analizar cada indicador para que facilite la selección de los mecanismos de transición y así dar respuesta a la formulación del problema (¿Qué mecanismo de transición es el más eficiente en la migración de IPv4 a IPv6?).

1. SELECCIONAR LOS MECANISMOS DE TRANSICIÓN

Para seleccionar los mecanismos de transición se hizo una revisión bibliográfica de los cuales se pudo elaborar la siguiente tabla con los mecanismos y su respectivo Request ***for Comments*** (RFC). El RFC son documentos publicados por la IETF que se identifican mediante un número, ahí se especifica los procesos que se deben llevar a cabo y sus funcionalidades.

TABLA 29 *Lista de mecanismos de transición*

N°	Mecanismo	RFC
1	Dual Stack	2893
2	NAT64	6146
3	IPv6IP	4213
4	GRE	2784
5	6RD	5969
6	ISATAP	5214
7	6TO4	3056

Fuente: (Martínez & Riaño, 2015)

En el presente trabajo se procedió a revisar artículos científicos para obtener los resultados que tuvieron esos investigadores y tomar como base para la selección de los dos mecanismos de transición en la que se utilizó las siguientes métricas:

- **Latencia:** Tiempo que demora en salir el paquete de la computadora del emisor hasta llegar a la computadora del usuario de destino.
- **Rendimiento:** Es la cantidad de datos que se transmitirá por la red en una unidad de tiempo.
- **Uso del CPU:** Es el nivel de uso en porcentaje del consumo del CPU en la ejecución de un proceso.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 30 *Resultados de la métrica latencia*

Mecanismos	LATENCIA (MS)	
	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)
Dual Stack	175.2	77.1
6RD	196.8	X
6to4	230.9	70.5
ISATAP	221.95	**70.3**
TUNEL MANUAL IPv6IP	X	**65.3**
TUNEL GRE	X	74.6
NAT64	X	X

Fuente: (Sookun & Basso, 2016) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)

Este indicador es importante debido a que es un factor que influye mucho en las conexiones a internet. La latencia debe de ser la más baja para que pueda ayudar a seleccionar el mecanismo de transición óptimo. Como resultado se obtuvo que el mecanismo Túnel manual IPv6IP tiene menor Latencia.

TABLA 31 *Resultados de la métrica rendimiento*

Mecanismo	RENDIMIENTO	
	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)
Dual Stack	82.2	84.5
6RD	84.4	X
6to4	70.1	65.1
ISATAP	**71.96**	43.8
TUNEL MANUAL IPv6IP	X	79.1
TUNEL GRE	X	75.8
NAT64	X	X

Fuente: (Sookun & Basso, 2016) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)

Un rendimiento más alto significa un mejor rendimiento de red. Por lo tanto, esta métrica es de vital importancia en esta investigación. Según la Tabla 31 el mecanismo más optimo es 6RD**.** Pero este mecanismo no se puede implementar ya que se tendría que obtener el prefijo que LACNIC asigna al ISP, la segunda opción es Dual Stack, este mecanismo es descartado debido a que consume mucho recurso. Por lo tanto, el mecanismo a implementar es el **ISATAP**.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 32 *Resultados de la métrica uso CPU*

Mecanismo	USO CPU (%)	
	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)
Dual Stack	17-19%	X
6RD	10-12%	X
6to4	11-13%	X
ISATAP	**11-12%**	X
TUNEL MANUAL IPv6IP	X	X
TUNEL GRE	X	X
NAT64	X	X

Fuente: (Sookun & Basso, 2016) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)

Si el Uso del CPU es muy elevado necesitará mayores recursos informáticos, por lo tanto, se debería evaluar si los equipos informáticos soportarían este mecanismo, en conclusión, este indicador es de mucha importancia. En este indicador se seleccionó el mecanismo **ISATAP** debido a que tiene un uso de CPU promedio.

Después de haber obtenido los resultados de cada mecanismo de transición se llegó a la conclusión que los dos mejores mecanismos son IPv6IP e ISATAP los cuales se trabajarán en la presente investigación. Debido a que ISATAP mostró resultados óptimos en cuanto Uso de CPU e IPv6IP tiene menor latencia y buen rendimiento.

TABLA 33 *Mecanismos seleccionados*

MECANISMO	Latencia	Rendimiento	Uso CPU (%)
IPv6IP	**65.3**	99.1	**x**
ISATAP	93.8	**71.96**	**11-12%**

Fuente: (Sookun & Basso, 2016) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)

Este paso en la etapa del proyecto fue necesario debido a que permitió seleccionar los mecanismos a trabajar según las métricas de rendimiento y permitió diseñar la topología de red a implementar por cada mecanismo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2. Determinar las métricas de medición

Se realizó una revisión de artículos científicos respecto al tema de investigación, de los cuales se pudo extraer las métricas que se utilizaron para evaluar el rendimiento en los mecanismos de transición, en la siguiente tabla se puede apreciar los artículos y sus respectivas métricas:

TABLA 34 *Métricas que utilizaron los artículos científicos para evaluar los mecanismos*

N°	Articulo	Métricas			
1	(Siddika, Hossen, & Saha, 2017)	Rendimiento	Latencia	Tamaño de ventana TCP	
2	(Khaleel & Fayyadh , 2018)	Rendimiento	Latencia	Retraso de acceso a los medios	
3	(Narayanan, 2013)	Rendimiento	Latencia		
4	(Vivas, Silva, & Muñoz, 2017)	Velocidad de transferencia	Latencia	Tasa de transferencia	Pérdida de paquetes
5	(Aravind & Padmavathi, 2015)	Rendimiento	Latencia		
6	(Sookun & Basso, 2016)	Rendimiento	Latencia	Perdida de paquete	Utilización de CPU
7	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)	Rendimiento	Latencia		
8	(Komal, 2015)	Rendimiento	Latencia	Perdida de paquete	

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

De los ocho artículos expuestos en la tabla 34, se agruparon las métricas para saber la cantidad que se repiten en todos los artículos científicos. En lo que se obtuvo lo siguiente:

TABLA 35 *Cantidad de veces que se utiliza la métrica en los artículos científicos*

N°	MÉTRICA	CANTIDAD
1	Latencia	8
2	Rendimiento	7
3	Pérdida de Paquetes	3
4	Uso del CPU	1
5	Retraso de acceso a los medios	1
6	Tamaño de ventana TCP	1
7	Velocidad de transferencia	1
8	Tasa de transferencia	1

Fuente: Elaboración propia

Según lo expuesto en la Tabla 35 las métricas que se van a utilizar son las tres primeras por ser las que más se utilizan en los artículos científicos. Sin embargo, para la presente investigación también se ha considerado el uso del CPU como una métrica debido a que el uso de CPU es una métrica muy importante por el costo computacional y además esto ocasionaría mayores recursos informáticos, por lo tanto, se debería evaluar si los equipos informáticos soportarían este mecanismo.

Las siguientes métricas permitieron evaluar los mecanismos de transición:

TABLA 36 *Métricas para evaluar los mecanismos de transición*

N°	Métrica	Fórmulas
1	Latencia	$\mathrm{L} = TV - TI$ ms
2	Rendimiento	$\mathrm{R} = \frac{\text{Tamaño_pqte}}{\text{Latencia}}$ Mbits/s
3	Pérdida de Paquetes	$PPqte = \frac{\#PP}{\#PR}\%$
4	Uso del CPU	$\%UCP = \%UCPUM - \%UNCPU$

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3. Diseñar la topología de red

CASO DE ESTUDIO:

Una red típica de una pequeña micro empresa de nuestro medio cuenta actualmente con los siguientes equipos: 3 Routers Cisco 2901 Series, 2 Switch Cisco Catalyst 2960 Series y 6 Laptops. Estos equipos se encuentran detallados en la Tabla 37. Actualmente las direcciones IPv4 se están agotando y a futuro solo se trabajará con direcciones IPv6. Por tal motivo si la red desea seguir comunicándose sin tener ningún tipo de problema cuando se trabaje con IPv6 debería emplear una transición para que ambas redes puedan comunicarse mediante una red IPV4.

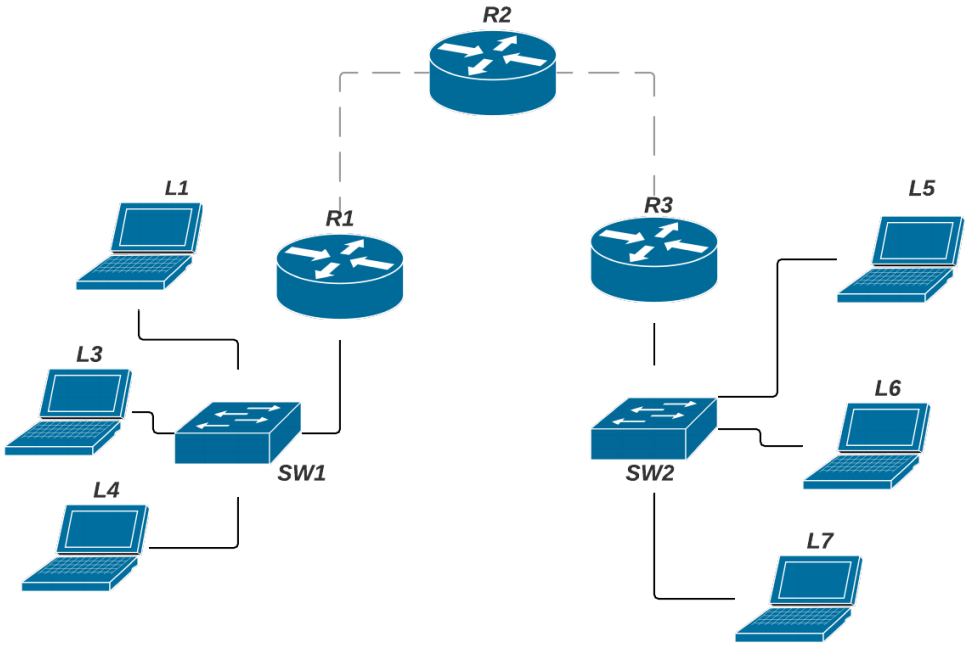

Fig. 22 Topología de red

Fuente: Elaboración propia

La topología de red servirá para implementar los mecanismos de transición para poder realizar las pruebas de la red y así evaluar cada métrica de rendimiento.

El tipo de topología de red que se eligió es la topología estrella extendida ya que está enfocado en una red empresarial mediana.

Los medios por el que se transmitirá la información son 12 alámbricos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 37 *Descripción de los equipos para implementar la topología de red*

Cantidad	Descripción	Hostname	Características
3	Routers	R1, R2,R3	**Marca:** Cisco **Modelo:**2901 Series **Puertos Gigabit Ethernet:** 2 **Soporte IPv6:** Si **Año de fabricación:**2012
2	Switch	Sw1,Sw2	**Marca:** Cisco **Modelo:** Catalyst 2960 Series Poe-8 **Puertos Ethernet :** 24 puertos 10/100 **Soporte IPv6:** Si **Año de fabricación:** 2012
6	Laptop	L1	**Marca:** Lenovo **Modelo:** ThinkPad T450 **Procesador:** Intel Core i5 **Velocidad de procesador:** 2.3 Ghz **Memoria Ram:** 4 GB **Velocidad de memoria:**1600 Mhz **S.O:** Windows 10 **Red:** Ethernet Gigabit 10/100/1000 **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:** 06/10/2011

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

		L3	**Marca:** Acer **Modelo:** Aspire ES1-132 **Procesador:** Intel Celeron **Velocidad de procesador:** 1.10 Ghz **Memoria Ram:** 4 GB **S.O:** Windows 10 S **Red :** Gigabit Ethernet **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:** 27/10/2017
		L4	**Marca:** HP **Modelo:** ENVY 14-u185la **Procesador:** Intel Core i5 **Velocidad de procesador:** 1.70Ghz **Memoria Ram:** 4 GB **S.O:** Windows 10 Home **Red:** LAN Gigabit Ethernet 10/100/1000 (conector RJ-45) **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:** 07/08/2014

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

		L5	**Marca:** ASUS **Modelo:** UL50A **Procesador:** Genuine Intel **Velocidad de procesador:** 1.30Ghz **Memoria Ram:** 4GB **S.O:** Windows 10 Pro **Red:** LAN Gigabit Ethernet 10/100/1000 (conector RJ-45) **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:**11/11/2009
		L6	**Marca:** ASUS **Modelo:** N580VD **Procesador:** Intel Core i7 **Velocidad de procesador:** 2.80Ghz **Memoria Ram:** 4 GB **S.O:** Windows 10 Home **Red:** Gigabit Ethernet **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:**16/04/2015

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

		L7	**Marca:** HP **Procesador:** AMD **Velocidad de procesador:** 2.00Ghz **Memoria Ram:** 4 GB **S.O:** Windows 7 Professional **Red:** Gigabit Ethernet **Soporte IPv6:** Si **Fecha de fabricación:** 04/02/2010

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 38 *Tabla de enrutamiento para los hosts de la red en el mecanismo IPv6IP*

Hostname	Interfaz	Dirección IP
R1	G0/0	10.15.10.1
	G0/1	2001:1::1/64
	Tunnel 0	2001:10::1/64
R2	G0/0	10.15.10.2
	G0/1	10.20.20.1
R3	G0/0	10.20.20.2
	G0/1	2001:2::2/64
	Tunnel 0	2001:10::3/64
L1	F0/2	2001:1::2/64
L3	F0/4	2001:1::4/64
L4	F0/5	2001:1::5/64
L5	F0/2	2001:2::3/64
L6	F0/3	2001:2::4/64

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 39 *Tabla de enrutamiento para los hosts de la red en el mecanismo ISATAP*

Hostname	Interfaz	Dirección IP
R1	G0/0	10.15.10.1
	G0/1	192.168.10.1
	Tunnel 0	2001:10::1/64
R2	G0/0	10.15.10.2
	G0/1	10.20.20.1
R3	G0/0	10.20.20.2
	G0/1	192.167.10.1
	Tunnel 0	2001:10::3/64
L1	F0/2	192.168.10.2
L4	F0/2	192.167.10.2
L5	F0/3	192.168.10.4
L6	F0/3	192.167.10.4
L7	F0/4	192.167.10.3

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

4. Implementar los mecanismos de transición en la red propuesta.

IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO DE TRANSICIÓN IPV6IP

Para configurar el túnel manual es necesario definir una interfaz túnel. Es una interfaz que se asocia a una dirección IP y que se utilizará como interfaz de salida para el tráfico encapsulado. En este ejemplo encapsulamos tráfico IPv6 sobre IPv4. Por lo tanto, la interfaz túnel la asociamos a una interfaz que tiene dirección IPv4. Además, es necesario configurar en esa interfaz el tipo de encapsulación que realizará el túnel, para este caso utilizaremos el túnel manual IPv6ip. Esta trama pasará por una red IPv4. Al llegar a su destino, la cabecera IPv4 se elimina y queda solo IPv6.

Para que la comunicación sea posible, es necesario que la interfaz túnel sea visible en la topología de la isla en IPv6. Para ello se configura una dirección IPv6 y permitimos su anuncio en la red en este caso implementamos OPSF.

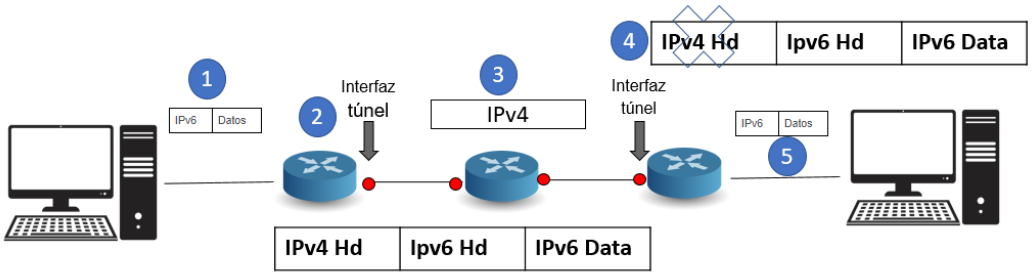

Fig. 23 Funcionamiento del mecanismo de tunelización manual IPv6IP

Fuente: Elaboración propia

I. CONFIGURACIÓN DE ROUTERS

1. Se configurará el nombre de cada Router para poder identificarlos. Adicionalmente se le asigna una dirección IPv4 con su respectiva máscara a la cada interfaz. Debido a que dos redes IPv6 se conectarán mediante una red IPv4.

1.1. **Configuración para R1, R2, R3**

Se comenzará digitando el comando **enable** que permitirá Habilita el modo EXEC privilegiado para poder ingresar los comandos que permitirán configurara el router **(línea 1)**. Luego el comando **configure terminal** para entrar en modo de configuración global **(línea 2)**. Ya estando dentro de la configuración se procederá a asignar el nombre haciendo uso del comando **Hostame -nombre del router (línea 3)**. Después de haber configurado su nombre se procederá a especificar la interfaz que se conectará a una red IPv4**(línea 4)**. Se le asignará una dirección IPv4 a la interfaz mediante el comando **ip address** , este comando solicita la dirección IPv4 seguido de su máscara de red **(línea 5)**. Finalmente se digita **no shutdown** para habilitar la interfaz que se configuró **(línea 6)**. Para el host R2 las líneas 4 y 6 se repiten debido a que son dos interfaces para la comunicación de la red IPv4. Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 40,41 y 42.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 40 Configuración del host R1

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#Hostname R1
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R1(config)#Interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R1(config-if)#ip address 10.15.10.1 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R1(config-if)#no shutdown

Fuente: Elaboración propia

TABLA 41 Configuración del host R2

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#Hostname R2
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R2(config)#interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R2(config-if)#ip address 10.15.10.2 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R2(config-if)#no shutdown
	//Ingresar a la interfaz g0/1
7	R2(config)#interface g0/1

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

8	**//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/1**
	R2(config-if)#ip address 10.20.20.1 255.255.255.0
9	**//Habilitar la configuración que se ha realizado**
	R2(config-if)#no shutdown

Fuente: Elaboración propia

TABLA 42 C*onfiguración del host* **R3**

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#hostname R3
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R3(config)#interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R3(config-if)#ip address 10.20.20.2 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R3(config-if)#no shutdown

Fuente: Elaboración propia

2. Se procederá a configurar un protocolo de enrutamiento dinámico para la red IPv4. Esto es necesario debido a que permitirá la conectividad entre los tres routers.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

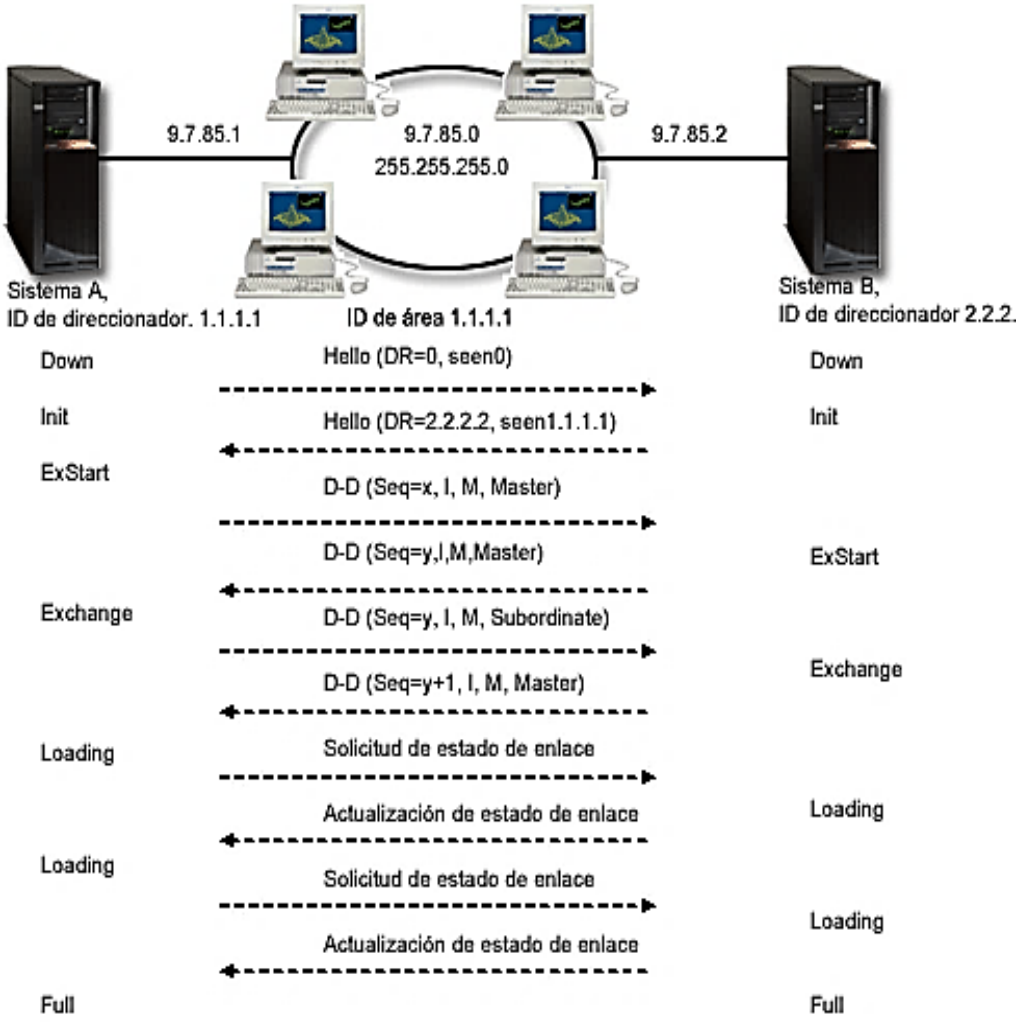

Fig. 24 Funcionamiento del Protocolo OSPF *(IBM, s.f.)*

2.1. **Configuración para R1, R2, R3**

Para realizar el enrutamiento se utilizará el comando **router** seguido del protocolo de enrutamiento, en este caso el protocolo será **ospf.** El "1" significa "Process ID", permite identificar el proceso en ejecución dentro del Cisco IOS.. **(línea 1)**. El comando Network activa el protocolo OSPF, se especificará la dirección IPv4 de la red que queremos que tenga conexión seguido de un Wildcard. El argumento "área 0" indica el área a la que van pertenecer las interfaces del router **(línea 2)**. Finalizamos la configuración del router ospf con el comando **end (línea 3)**. Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 43,44 y 45.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 43 *Configuración del host* R1

	//Utiliza el protocolo de enrutamiento OSPF
1	R1(config)#router ospf 1
	//Activar el protocolo ospf a la dirección IPv4
2	R1(config-router)#network 10.15.10.0 0.0.0.255 area 0
	//Finaliza la configuración
3	R1(config-router)#end

Fuente: Elaboración propia

TABLA 44 *Configuración del host R2*

	//Utiliza el protocolo de enrutamiento OSPF
1	R2(config)#router ospf 1
	//Activa el protocolo ospf a las siguientes direcciones IPv4
2	R2(config-router)#network 10.15.10.0 0.0.0.255 area 0
	R2(config-router)#network 10.20.20.0 0.0.0.255 area 0
	//Finaliza la configuración
3	R2(config-router)#end

Fuente: Elaboración propia

TABLA 45 *Configuración del host* R3

	//Utiliza el protocolo de enrutamiento OSPF
1	R3(config)#router ospf 1
	//Activar el protocolo ospf a la dirección IPv4
2	R3(config-router)#network 10.20.20.0 0.0.0.255 area 0
	//Finaliza la configuración
3	R3(config-router)#end

Fuente: Elaboración propia

3. Verificar la conexión entre routers para saber si los routers se comunican entre sí.

3.1. **Configuración para R1 y R3**

Para verificar se hará uso del comando **ping** seguido de la dirección IPv4 del router2 **(línea 1).** Luego se muestra un mensaje que si se desea abortar la secuencia se deberá presionar la tecla escape **(línea 2).** Se observa que se envía 5 ICMP Echos de 100 bytes a la dirección 10.20.20.2, en el cual el tiempo de espera es de 2 segundos **(línea 3 y 4)**. Después se muestra que la tasa de éxito es del 100 % **(línea 5).** Las líneas de comando que se describió pertenecen a las Tablas 46 y 47.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 46 *Configuración del host* R1

	//Realizar el ping a la dirección IPv4
1	R1#ping 10.20.20.2
	//Mensaje del ping
2	Type escape sequence to abort.
3 **4**	Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.20.20.2, timeout is 2 seconds:
5 **6**	Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

Fuente: Elaboración propia

TABLA 47 *Configuración del host R3*

	//Realizar el ping a la dirección IPv4
1	R3#ping 10.15.10.1
	//Mensaje del ping
2	Type escape sequence to abort.
3 **4**	Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.1, timeout is 2 seconds:
5	Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

Fuente: Elaboración propia

4. Configurar la red IPv6. Esto se debe realizar debido a que se tendrá dos redes IPv6 en el R1 y R3. Además, se habilitará un protocolo de enrutamiento para que haya conectividad entre las islas IPv6.

4.1. **Configuración para R1 y R3**

Para que la red de R1 y R3 utilicen IPv6 se deberá configurar en la **interfaz g0/1(línea 1)**. Después de haber ingresado a esa interfaz, se asigna una dirección IPv6 mediante el comando **IPv6 address(línea 2).** Luego se hará uso del comando **ipv6 unicast-routing** el cual habilitará el enrutamiento de tráfico IPv6 **(línea 3)**. Después se habilitará un protocolo de enrutamiento RIP mediante el comando **ipv6 rip -el nombre del enrutamiento – enable (línea 4)**. Finalizamos la configuración con el comando **end (línea 5)**. Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 48 y 49.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 48 *Configuración del host* R1

	//Ingresa a la interfaz g0/1
1	R1(config)#interface g0/1
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz g0/1
2	R1(config-if)#ipv6 address 2001:1::1/64
	//Habilita el enrutamiento para IPv6
3	R1(config)#ipv6 unicast-routing
	//Habilita el enrutamiento RIP
4	R1(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
	//Finaliza la configuración
5	R1(config-if)#end

Fuente: Elaboración propia

TABLA 49 *Configuración del host R3*

	//Ingresa a la interfaz g0/1
1	R3(config)#interface g0/1
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz g0/1
2	R3(config-if)#ipv6 address 2001:2::2/64
	//Habilita el enrutamiento para IPv6
3	R3(config)#ipv6 unicast-routing
	//Habilita el enrutamiento RIP
4	R3(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
	//Finaliza la configuración
5	R3(config-if)#end

Fuente: Elaboración propia

5. Configuración de Túnel manual IPv6IP. Ahora se creará el túnel manual en el que se visualizará una interfaz lógica.

5.1. **Configuración para R1 y R3**

Para crear la interfaz de túnel se utiliza con el comando de interfaz global interface túnel – numero de la interfaz (línea 1). Además, se le asigna una dirección IPv6 al túnel mediante el comando ipv6 address (línea 2). Luego ingresamos el comando tunnel source, que sería el origen del tráfico IPv6 en este caso es la interfaz g0/0 (línea 3). Seguido del comando tunnel destination hacia donde está dirigido el tráfico IPv6 de este túnel, en este caso se utilizará la direccion 10.20.20.2 que es la dirección configurada en la interfaz g0/0 del router 3 (R3) (línea 4). Luego ingresamos el comando tunnel mode ipv6ip, es decir el

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

modo que vamos a crear el túnel (línea 5). Finalmente, a esta interfaz de túnel es necesario ingresarla al proceso de enrutamiento RIP IPv6 por lo cual ingresamos el comando ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable (línea 6). Con ello finalizamos la creación de la interfaz de túnel con todos los parámetros y adicionalmente lo estamos incluyendo en el protocolo de enrutamiento IPv6. Finalizamos la configuración con el comando end (línea 7). Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 50 y 51.

Tabla 50 *Configuración del host R1*

	//Ingresa a la interfaz túnel
1	R1(config)#interface tunnel 0
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz túnel 0
2	R1(config-if)#ipv6 address 2001:10::1/64
	//Declara que la interfaz de origen del tunel es g0/0
3	R1(config-if)#tunnel source g0/0
	//Declara la dirección IPv4 de esa interfaz
4	R1(config-if)#tunnel destination 10.20.20.2
	//Especifica que el túnel será ipv6ip
5	R1(config-if)#tunnel mode ipv6ip
	//Habilita el enrutamiento RIP
6	R1(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
	//Finaliza la configuración
7	R1(config-if)#end

Fuente: Elaboración propia

TABLA 51 *Configuración del host R3*

	//Ingresa a la interfaz túnel
1	R3(config)#interface tunnel 0
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz túnel 0
2	R3(config-if)#ipv6 address 2001:10::3/64
	//Declara que la interfaz de origen del tunel es g0/0
3	R3(config-if)#tunnel source g0/0
	//Declara la dirección IPv4 de esa interfaz

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

4	R3(config-if)#tunnel destination 10.15.10.1
	//Especifica que el túnel será ipv6ip
5	R3(config-if)#tunnel mode ipv6ip
	//Habilita el enrutamiento RIP
6	R3(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
	//Finaliza la configuración
7	R3(config-if)#end

Fuente: Elaboración propia

Configuración de laptop

1. Para la red de R1 Y R3, las laptops se conectarán mediante cable de red por el protocolo IPv6 asignándole estáticamente una dirección IPv6.

Ver el código fuente completo en el Anexo 2

IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO DE TRANSICIÓN ISATAP

Al configurar el Túnel ISATAP, la fuente del túnel debe ser una interfaz configurada con la dirección IPv4. El comando de **origen del túnel** utilizado en la configuración de un túnel ISATAP debe apuntar a una interfaz con una dirección IPv4 configurada. La interfaz del túnel IPv6 debe configurarse con una dirección EUI-64 modificada porque los últimos 32 bits en el identificador de la interfaz se forman utilizando la dirección de origen del túnel IPv4.

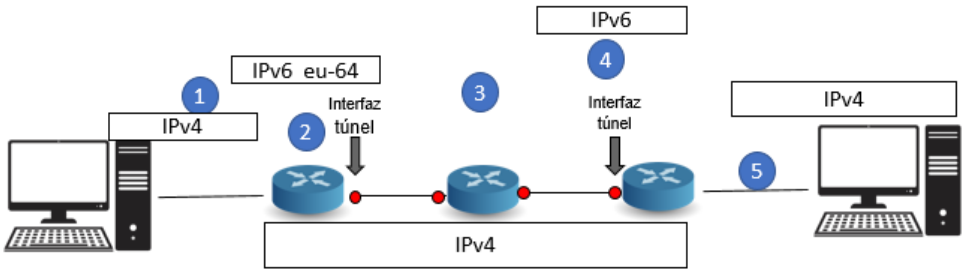

Fig. 25 Funcionamiento del mecanismo de tunelización ISATAP

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

I. CONFIGURACIÓN DE ROUTERS

1. Se configurará el nombre de cada Router para poder identificarlos. Adicionalmente se le asigna una dirección IPv4 con su respectiva máscara a cada interfaz.

1.1. Configuración para R1 y R3

Se comenzó digitando el comando **enable** que permitirá Habilitar el modo EXEC privilegiado para poder ingresar los comandos que permitirán configurara el router **(línea 1)**. Luego el comando **configure terminal** para entrar en modo de configuración global **(línea 2)**. Ya estando dentro de la configuración se procederá a asignar el nombre haciendo uso del comando **Hostame -nombre del router (línea 3)**. Después de haber configurado su nombre se procederá a especificar la interfaz que será de conexión a la red WAN **(línea 4)**. Se le asignará una dirección IPv4 a la interfaz mediante el comando **ip address**, este comando solicita la dirección IPv4 seguido de su máscara de red **(línea 5)**. Luego se digita **no shutdown** para habilitar la interfaz que se configuró **(línea 6)**. Se a especifica la interfaz que será de conexión a la red LAN **(línea 7)**. Se le asignará una dirección IPv4 a la interfaz mediante el comando **ip address**, este comando solicita la dirección IPv4 seguido de su máscara de red **(línea 8)**. Luego se digita **no shutdown** para habilitar la interfaz que se configuró **(línea 9)**. Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 52 y 53.

TABLA 52 *Configuración del host R1*

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#Hostname R1
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R1(config)#Interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R1 (config-if)#ip address 10.15.10.1 255.255.255.0

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R1(config-if)#no shutdown
	//Ingresar a la interfaz g0/1
7	R1 (config)#interface GigabitEthernet0/1
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/1
8	R1 (config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
9	R1 (config-if)#no shutdown

TABLA 53 *Configuración del host R3*

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#hostname R3
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R3(config)#interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R3(config-if)#ip address 10.20.20.2 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R3(config-if)#no shutdown
	//Ingresar a la interfaz g0/1
7	R3(config)#interface g0/1
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/1
8	R3(config-if)#ip address 192.167.10.1 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
9	R3(config-if)#no shutdown

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1.2. Configuración R2

Se comenzó digitando el comando **enable** que permitirá Habilitar el modo EXEC privilegiado para poder ingresar los comandos que permitirán configurara el router **(línea 1)**. Luego el comando **configure terminal** para entrar en modo de configuración global **(línea 2)**. Ya estando dentro de la configuración se procederá a asignar el nombre haciendo uso del comando **Hostame -nombre del router (línea 3)**. Después de haber configurado su nombre se procederá a especificar la interfaz que será de conexión a la red WAN **(línea 4)**. Se le asignará una dirección IPv4 a la interfaz mediante el comando **ip address**, este comando solicita la dirección IPv4 seguido de su máscara de red **(línea 5)**. Luego se digita **no shutdown** para habilitar la interfaz que se configuró **(línea 6)**. Las **(líneas 7-9)** son las mismas que la línea 4-6 debido a que es el Router R2 que se encuentra en medio de la red, por lo tanto, tiene dos interfaces WAN con diferentes direcciones IPv4. Las líneas de comando que se describió pertenecen a la tabla 54.

TABLA 54 *Configuración del host R2*

	//Habilitar modo privilegiado
1	Router>enable
	// Ingresar al modo de configuración global
2	Router#configure terminal
	//Asignar nombre al router
3	Router(config)#Hostname R2
	//Ingresar a la interfaz g0/0
4	R2(config)#interface g0/0
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/0
5	R2(config-if)#ip address 10.15.10.2 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
6	R2(config-if)#no shutdown
	//Ingresar a la interfaz g0/1
7	R2(config)#interface g0/1
	//Asignar dirección IPv4 a la interfaz g0/1
8	R2(config-if)#ip address 10.20.20.1 255.255.255.0
	//Habilitar la configuración que se ha realizado
9	R2(config-if)#no shutdown

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2. Además, se habilitó un protocolo de enrutamiento para que haya conectividad entre los tres routers.

2.1. **Configuración para R1, R2 y R3**

Se habilitó el protocolo de enrutamiento RIP mediante el comando **router rip (línea 1)**. Después se especifica la versión RIP que se utilizará, en este caso será la **versión 2 (línea 2)**. Luego se utiliza el comando "**network**" en el que se especifica las direcciónes IP que se desea enrutar a este protocolo y pueda haber conectividad en las direcciones que se especifican en este protocolo de enrutamiento **(línea 3-4).** Las líneas de comando que se describió pertenecen a las tablas 55, 56 y 57.

Tabla 55 **CONFIGURACIÓN DEL HOST R1**

	// Habilita router rip
1	Router(config)#router rip
	//Versión del protocolo de enrutamiento RIP
2	Router(config-router)#version 2
	//Direcciones de las redes para enrutar
3	Router(config-router)#network 10.15.10.0
4	Router(config-router)#network 192.168.10.0

Fuente: Elaboración propia

TABLA 56 *Configuración del host R2*

	// Habilita router rip
1	Router(config)#router rip
	//Versión del protocolo de enrutamiento RIP
2	Router(config-router)#version 2
	//Direcciones de las redes para enrutar
3	Router(config-router)#network 10.15.10.0
4	Router(config-router)#network 10.20.20.0

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 57 *Configuración del host R3*

	// Habilita router rip
1	Router(config)#router rip
	//Versión del protocolo de enrutamiento RIP
2	Router(config-router)#version 2
	//Direcciones de las redes para enrutar
3	Router(config-router)#network 192.167.10.0
4	Router(config-router)#network 10.20.20.0

Fuente: Elaboración propia

3. Configuración de Túnel ISATAP. Esta configuración permitirá crear el túnel ISATAP.

3.1. **Configuración para R1**

Para crear la interfaz de túnel se utiliza con el comando de interfaz global **interface túnel – numero de la interfaz (línea 1).** Además, se le asigna una dirección IPv6 al túnel mediante el comando **ipv6 address,** La interfaz del túnel IPv6 debe configurarse con una dirección EUI-64 modificada porque los últimos 32 bits en el identificador de la interfaz se forman utilizando la dirección de origen del túnel IPv4. **(línea 2).** Permite el envío de mensajes de anuncio de enrutador en una interfaz de túnel **(línea 3).** Luego ingresamos el comando **tunnel source**, que sería el origen del tráfico IPv4 en este caso es la interfaz g0/0 **(línea 4)**. Después ingresamos el comando **tunnel mode ipv6ip ISATAP**, es decir el tipo de túnel que se creará, en este caso es IPV6IP ISATAP**(línea 5)**. Las líneas de comando que se describió pertenecen a la tabla 58.

TABLA 58 *Configuración del host R1*

	//Ingresa a la interfaz túnel
1	Router(config)#interface tunnel 1
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz túnel 1
2	Router(config-if)#ipv6 address 2001:10::1/64 eui-64
	//Permite los mensajes en el enrutador ISATAP
3	Router(config-if)#no ipv6 nd ra suppress
	//Especifica el túnel de origen
4	Router(config-if)#tunnel source g0/0
	// Especifica que el túnel será ipv6ip isatap
5	Router(config-if)#tunnel mode ipv6ip isatap

Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.2. **Configuración para R2**

Para crear la interfaz de túnel se utiliza con el comando de interfaz global **interface túnel – numero de la interfaz (línea 1).** Además, se le asigna una dirección IPv6 al túnel mediante el comando **ipv6 address.** Se especifica una dirección IPv6 para la interfaz túnel 1 el cual permitirá el tráfico IPv4 e IPv6 **(línea 2).** Después ingresamos el comando **tunnel mode ipv6ip** en el que se especifica el tipo de túnel que se creará **(línea 3)**. Luego ingresamos el comando **tunnel destination**, que sería el destino del tráfico IPv4 en este caso es la dirección Ipv4 del R1 **(línea 4)**. Las líneas de comando que se describió pertenecen a la Tabla 59.

TABLA 59 *Configuración del host R2*

	//Ingresa a la interfaz túnel
1	R3(config)#interface tunnel 1
	//Asigna una dirección IPv6 a la interfaz túnel 1
2	R3(config-if)#ipv6 address 2001:10::3/64
	//Especifica que el túnel será ipv6ip
3	R3(config-if)#tunnel mode ipv6ip
	//Especifica la dirección IP de la red de destino
4	Router(config-if)#tunnel destination 10.15.10.1

Fuente: Elaboración propia

Configuración de laptop

1. Para la red de R1 Y R3, las laptops se conectarán mediante cable de red por el protocolo IPv4 asignándole estáticamente una dirección IPv4.

Ver el código fuente completo en el Anexo 7

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) ISATAP e IPv6IP fueron los dos mecanismos de transición seleccionados debido a su buen rendimiento en cuanto a las métricas tomadas en cuenta.

b) Para determinar las métricas de medición se contabilizó en cada artículo científico la frecuencia que ha sido utilizada. Las métricas que fueron seleccionadas son: Uso del CPU, Rendimiento, Pérdida de Paquetes y Latencia.

c) En el diseño de la topología de Red se tomó en cuenta la estructura básica de cada mecanismo de transición: 3 Routers, 2 Switch y 6 laptop.

d) La implementación de los mecanismos se realizó configurando correctamente los 11 dispositivos de red que permitieron la comunicación entre la red IPv6 e IPv4.

e) El mecanismo de transición IPv6IP en las métricas tuvo como resultado: Uso del CPU (1-2 %), Latencia (2-3 ms), Pérdida de paquetes (0%), Rendimiento (24,53 – 501,20 $Mbits/s$) frente a ISATAP que arrojó los siguientes resultados: Uso del CPU (1-6%), Latencia (2-4 ms), Pérdida de paquetes (0%), Rendimiento (21,33 – 422,77 $Mbits/s$). Se evidencia que el mecanismo de Transición IPv6IP obtiene resultados favorables.

RECOMENDACIONES

a) Para realizar la migración gradual se deberá investigar que proveedor de servicio está brindando direcciones IPv6, deberá comprobar si los dispositivos de Red soportan IPv6, elegir el mecanismo de transición optimo dependiendo de las necesidades de la empresa para luego realizar la implementación respectiva. Después realizar diversas pruebas para verificar que el acceso al servicio que brinda la empresa no se vea afectado en el cambio que se realizó en la red. Posteriormente ya se debería trabajar netamente con IPv6.

b) Implementar servidores FTP que tenga conexiones IPv6 e IPv4 para realizar las pruebas respectivas con las métricas que se han trabajado en esta investigación. Primero se tendrá realizar una prueba de acceso netamente con IPv6 haciendo uso del comando ping el cual muestra si se realiza correctamente la conectividad. Además, se podría utilizar una herramienta de descarga para medir la velocidad de descargas de archivos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

REFERENCIAS

Altangerel, G., Tsogbaatar, E., & Yamkhin, D. (2016). Performance analysis on IPv6 transition technologies and transition method. *IEEE*.

Aravind, S., & Padmavathi, G. (2015). Migration to Ipv6 From IPV4 by Dual Stack and Tunneling Techniques. *IEEE*.

Aznar Lopéz, A. (2005). *La red Internet. El modelo TCP/IP*. Madrid: Grupo Abantos Formación y Consultoría.

Bellido Quintero, E. (2014). *Equipos de interconexión y servicios de red (UF1879).* Antequera, España: IC Editorial.

Benites, G. (2017, Julio 27). *Conversión de una dirección binaria a decimal y Conversión de decimal en binario - CCNA1 V5 - CISCO C8*. Retrieved from Ingenieria Systems: http://www.ingenieriasystems.com/2017/07/conversion-de-una-direccion-binaria-decimal-conversion-decimal-binario-ccna1v5-cisco-c8.html

Bigelow, S. J. (2003). *Localización de averías, reparación, mantenimiento y optimización de redes.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Boronat Seguí , F., & Montagud Climent, M. (2013). *Direccionamiento e interconexión de redes basada en TCP/IP*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Canela, L. A. (2016, Octubre 10). *Mecanismos de transicion de IPv4 a IPv6*. Retrieved from Comunidad de Cisco: https://community.cisco.com/t5/discusiones-routing-y-switching/mecanismos-de-transicion-de-ipv4-a-ipv6/td-p/2986009

Castaño Ribes, R. J., & López Fernández, J. (2013). *Redes locales.* Madrid: Macmillan Iberia, S.A. .

Cicileo, G., Gagliano, R., & Morales, C. O. (2015). *Ipv6 para todos.* Buenos Aires.

CISCO. (s.f). *IPv6 Rapid Deployment*. Retrieved from CISCO: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjnnNj76NLeAhWFylkKHV5WA98QFjACegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.cisco.com%2Fc%2Fen%2Fus%2Ftd%2Fdocs%2Fios-xml%2Fios%2Finterface%2Fconfiguration%2Fxe-3s%2Fir-xe-3s-book%

CISCO. (s.f). *Manually Configured IPv6 over IPv4 Tunnels.* Retrieved from CISCO: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwib86W47M_eAhUBr1kKHXzUAp4QFjAAegQICBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.cisco.com%2Fc%2Fen%2Fus%2Ftd%2Fdocs%2Fios-xml%2Fios%2Finterface%2Fconfiguration%2Fxe-3s%2Fir-xe-3s-book%

Colomés, P. (2010, Agosto 18). *Implementando NAT en routers Cisco*. Retrieved from Redes Cisco: http://www.redescisco.net/sitio/2010/08/18/implementando-nat-en-routers-cisco/

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Dariene , J. (2011). *Método para la transición a IPv6 en los proveedores de servicios privados de Cuba.* La Habana, Cuba: D - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE.

Delprato, G. (2012, Febrero 22). *Demostración simple: IPv6 con Teredo en Internet*. Retrieved from WindowServer: https://windowserver.wordpress.com/2012/02/22/demostracin-simple-ipv6-con-teredo-en-internet/

Gedeón, Z. I. (2008). ANALIZAR LA IMPORTANCIA DE INCORPORACIÓN DEL COMPUTADOR COMO HERRAMIENTA. *Laurus*.

Gerencia. (2014, Julio). Adiós IPv4, bienvenido IPv6. *Gerencia*. Retrieved from http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=3514&sec=3

Gomez, A. (2016, Septiembre 19). *Reporte Digital*. Retrieved from https://reportedigital.com/transformacion-digital/adoptar-ipv6-grandes-empresas/

Google. (2018, Noviembre 02). *Estadísticas*. Retrieved from GoogleIPv6 : https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html#tab=ipv6-adoption

Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*.

IBM. (n.d.). *OSPF (Open Shortest Path First)*. Retrieved Mayo 25, 2019, from https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_ibm_i_71/rzajw/rzajwospf.htm

IBM. (n.d.). *Protocolo de información de direccionamiento*. Retrieved Mayo 25, 2018, from https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_ibm_i_71/rzajw/rzajwrip.htm

Internet World Stats. (2018, Junio 30). *WORLD INTERNET USAGE AND POPULATION STATISTICS*. Retrieved from Internet World Stats: https://www.internetworldstats.com/stats.htm

IPv6 Mx. (s.f). *IPv6 Mx*. Retrieved from http://www.ipv6.mx/index.php/informacion/noticias/1-latest-news/106-enterprisenotreadyipv6

IPv6 portal. (s.f). Retrieved from http://portalipv6.lacnic.net/como-es-la-transicion/

Kalwar, S., Bohra, N., & Memon, A. (2015). A Survey of Transition Mechanisms from IPv4 to IPv6 – Simulated Test Bed and Analysis. *IEEE*.

Khaleel , F., & Fayyadh , A. (2018). Performance of Wireless Network IEEE 802.11 under Dual-Stack Environment. *IEEE*.

Komal. (2015). Performance Evaluation of Tunneling Mechanisms in IPv6 Transition: A Detailed Review. *IEEE*.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Koršič, L., & Straus Istenič, M. (s.f). *IPv4/IPv6 Transition Mechanisms.* Retrieved from Meetings: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi_sIyi88_eAhUFmVkKHbIsA48QFjAAegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fmeetings.ripe.net%2Fdubrovnik2011%2Ffiles%2FIPv6_Transition_Mechanisms_Ripe_07092011_v1.2.pdf&usg=AOvVaw1L0wb

Lacnic. (2018, Noviembre 04). *Lacnic*. Retrieved from http://www.lacnic.net/web/lacnic/agotamiento-ipv4

Lacnic. (s.f). *Lacnic*. Retrieved from http://www.lacnic.net/despliegaIPv6

Martínez, I., & Riaño, P. (2015). *IPv6-Lab: entorno de laboratorio para la adquisición de competencias relacionadas con IPv6.* Alcalá de Henares: UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES .

Mente Digital. (2017, Enero 08). *Influencia actual de las telecomunicaciones*. Retrieved from American Express: https://www.amexempresas.com/libertadparatunegocio/influencia-actual-las-telecomunicaciones/

Narayan, S., Ishrar, S., Gupta, R., & Khan, Z. (2016). Performance Analysis of 4to6 and 6to4 Transition Mechanisms over Point to Point and IPSec VPN Protocols. *IEEE*.

Narayanan, S. (2013, Febrero 02). *IPv6 ISATAP Configuration Example*. Retrieved from Cisco Community: https://community.cisco.com/t5/network-architecture-documents/ipv6-isatap-configuration-example/ta-p/3152483

PANDORAFMS. (2016, Abril 18). *Métricas TI: ¿cuáles son las que verdaderamente importan?* Retrieved from https://pandorafms.com/es/

Redes y mas. (2011, Julio 25). *Configuración de Túneles 6over4(Mecanismos de transición de IPv4 a IPv6)*. Retrieved from Configurar Redes Linux y Cisco: http://www.redesymas.net/2011/07/configuracion-de-tuneles-6over4.html

Sánchez, A. A. (2016, Marzo 28). *El 89,9% de los hogares peruanos cuentan con al menos una Tecnología de Información y Comunicación*. Retrieved from Instituto Nacional de Estadistica e Informatica: https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-899-de-los-hogares-peruanos-cuentan-con-al-menos-una-tecnologia-de-informacion-y-comunicacion-8975/

Sepulveda, F. (2011, Agosto 03). *Topologia de Stack Doble IPv4/IPv6.* Retrieved from SlideShare: https://es.slideshare.net/bramstoker/stack-doble-ipv4ipv6

Siddika, F., Hossen, M. A., & Saha, S. (2017). Transition from IPv4 to IPv6 in Bangladesh: The competent and enhanced way to follow. *IEEE*.

Sookun, Y., & Basso, V. (2016). Performance analysis of IPv4/IPv6 transition techniques. *IEE*.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

SpeedTest. (2018, Agosto). *Speedtest Global Index*. Retrieved from http://www.speedtest.net/global-index

Suleiman, M., & Cordry, J. (2017). Analysis of Organizations IPv6 Deployment Strategies in Nigeria and Evaluating Suitable Transition Mechanisms. *IEEE*.

testdevelocidad. (2019, Abril 05). *Qué es la latencia, y cómo podemos mejorarla*. Retrieved from testdevelocidad: https://www.testdevelocidad.es/2016/08/18/la-latencia-podemos-mejorarla/

Trúchly , P., Helebrandt , P., & Danielovie, L. (2016). Implementation and Evaluation of IPv6 to IPv4 Transition Mechanisms in Network Simulator 3. *IEEE*.

Vivas, J., Silva, C., & Muñoz, J. L. (2017). Implementation and Testing of IPv6 Transition Mechanisms. *IEEE*.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXOS

ANEXO 1 Resultados de los mecanismos de transición para obtener la muestra

TABLA 60 *Resultados de mecanismos de transición para obtener la muestra*

MECANISMOS DE TRANSICIÓN	LATENCIA		RENDIMIENTO		UTILIZACIÓN CPU (%)	
	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)	(Sookun & Basso, 2016)	(Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)
DUAL STACK	175.2 ms	77.1 ms	82.2 Mbps	845 Mbps	17-19%	X
6RD	196.8 ms	X	84.4 Mbps	X	10-12%	X
6TO4	230.9 ms	70.5 ms	70.1 Mbps	951 Mbps	11-12%	X
ISATAP	221.95 ms	70.3 ms	71.96 Mbps	938 Mbps	11-13%	X
TUNEL IPv6IP	X	65.3 ms		991 Mbps	X	X

Fuente: (Sookun & Basso, 2016) (Altangerel, Tsogbaatar, & Yamkhin, 2016)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 2 Configuración del mecanismo de transición IPV6IP

TABLA 61 *Configuración del mecanismo IPv6IP en el host R1*

1	--- System Configuration Dialog ---
2	Continue with configuration dialog? [yes/no]: n
3	Press RETURN to get started!
4	Router>enable
5	Router#configure terminal
6	Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
7	Router(config)#HOstname R1
8	R1(config)#INTERface g0/0
9	R1(config-if)#ip address 10.15.10.1 255.255.255.0
10	R1(config-if)#no shutdown
11	R1(config-if)#
12	%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
13	R1(config)#
14	%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
15	R1(config)#router ospf 1
16	R1(config-router)#network 10.15.10.0 0.0.0.255 area 0
17	R1(config-router)#end
18	R1#
19	%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
20	00:08:36: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.20.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
21	R1#ping 10.20.20.2
22	Type escape sequence to abort.
23	Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.20.20.2, timeout is 2 seconds:
24	!!!!!
25	Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
26	R1#configure terminal
27	

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface g0/1
R1(config-if)#ipv6 address 2001:1::1/64
R1(config-if)#end
R1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ipv6 unicast-routing
R1(config)#interface g0/1
R1(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
R1(config-if)#end
R1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface tunnel 0
%LINK-5-CHANGED: Interface Tunnel0, changed state to up
R1(config-if)#ipv6 address 2001:10::1/64
R1(config-if)#tunnel source g0/0
R1(config-if)#tunnel destination 10.20.20.2
R1(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0, changed state to up
R1(config-if)#tunnel mode ipv6ip
R1(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
R1(config-if)#end
R1#
```


Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

57	%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
58	R1#configure terminal
59	Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
60	R1(config)#interface GigabitEthernet0/0
61	R1(config-if)#exit
62	R1(config)#interface GigabitEthernet0/1
63	R1(config-if)#no shutdown
	R1(config-if)#

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 62 *Configuración del mecanismo IPV6IP en el host R2*

1	--- System Configuration Dialog ---
2	Continue with configuration dialog? [yes/no]: n
3	Press RETURN to get started!
4	Router>enable
5	Router#configure terminal
6	Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
7	Router(config)#Hostname R2
8	R2(config)#interface g0/0
9	R2(config-if)#ip address 10.15.10.2 255.255.255.0
10	R2(config-if)#no shutdown
11	R2(config-if)#
12	%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
13	%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
14	R2(config)#interface G0/1
15	R2(config-if)#ip address 10.20.20.1 255.255.255.0
16	R2(config-if)#no shutdown
17	
18	

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

19	%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
20	%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
21	R2(config-if)#exit
22	R2#
23	%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
24	R2#configure terminal
25	Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
26	R2(config)#router ospf 1
27	R2(config-router)#network 10.15.10.0 0.0.0.255 area 0
28	00:08:34: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.15.10.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
29	R2(config-router)#network 10.20.20.0 0.0.0.255 area 0
30	R2(config-router)#end
31	R2#
32	%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
33	00:09:46: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.20.20.2 on GigabitEthernet0/1 from LOADING to FULL, Loading Done
34	
35	
36	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 63 *Configuración del mecanismo IPv6IP en el host R3*

1	--- System Configuration Dialog ---
2	Continue with configuration dialog? [yes/no]: no
3	Press RETURN to get started!
4	Router>enable
5	Router#configure terminal
6	Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
7	Router(config)#hostname R3
8	R3(config)#interface g0/0
9	R3(config-if)#ip address 10.20.20.2 255.255.255.0

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
GigabitEthernet0/0, changed state to up
R3(config-if)#end
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#network 10.20.20.0 0.0.0.255 area 0
00:09:45: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.20.20.1 on
GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R3(config-router)#exit
R3(config)#exit
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#ping 10.15.10.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.15.10.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#interface g0/1
R3(config-if)#ipv6 address 2001:2::2/64
R3(config-if)#end
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#ipv6 unicast-routing
```


Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
R3(config)#interface g0/1
R3(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
R3(config-if)#end
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#interface tunnel 0
R3(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Tunnel0, changed state to up
R3(config-if)#ipv6 address 2001:10::3/64
R3(config-if)#tunnel source g0/0
R3(config-if)#tunnel destination 10.15.10.1
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0, changed state to up
R3(config-if)#tunnel mode ipv6ip
R3(config-if)#ipv6 rip PRUEBAIPV6 enable
R3(config-if)#end
R3#
```

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 3 Ficha de Observación

NOMBRE DEL HOST: _____

USO CPU NORMAL (UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA ____ *UCPUN en el host ____*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal.

TABLA _____ *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host _____*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1		
Prueba2		
Prueba3		
Prueba4		
Prueba5		
PROM total		

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es de ___-_____%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA _____ *UCPM en el host ___*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA _____ *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host ____*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1		
Prueba2		
Prueba3		
Prueba4		
Prueba5		
PROM total		

Fuente: Elaboración Propia

El rango es de ___-_____%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA ___ Rangos del %UCPN y %UCPUM *en el host* _____

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min		
Max		

Fuente: Elaboración Propia

TABLA ___ Resultados del %UCPU en el host ___

Respuesta	
Min	
Max	

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

TABLA ___ *PP y PR de las cinco pruebas en el host* ____

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32										
232										
432										
632										
832										
1032										
1232										
1432										

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA ___ Promedio de PP y PR por MTU en el host ____

	PROMEDIO(%)	
MTU	**PP**	**PR**
32		
232		
432		
632		
832		
1032		
1232		
1432		

Fuente: Elaboración Propia

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA ____ *Resultados aplicando la formula de PP en el host ___*

MTU	**PP**
32	
232	
432	
632	
832	
1032	
1232	
1432	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA _____ *Resultados de PP en el host ____*

PP	__%
RPTA	La pérdida de paquetes es de ___%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA ____ *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host* ___

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32										
232										
432										
632										
832										
1032										
1232										
1432										

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA ____ *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host __*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	**Prueba1**	**Prueba2**	**Prueba3**	**Prueba4**	**Prueba5**
32					
232					
432					
632					
832					
1032					
1232					
1432					

Fuente: Elaboración Propia

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA ____ *Promedio de latencia en el host ___*

MTU	**PROMEDIO DE LATENCIA (ms)**
32	
232	
432	
632	
832	
1032	
1232	
1432	

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA _____*Rendimiento por MTU en el host ____*

	RENDIMIENTO
MTU	
32	
232	
432	
632	
832	
1032	
1232	
1432	

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 4 Resultados por host aplicando el mecanismo IPV6IP

HOST : L1

USO CPU NORMAL(UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 64 *UCPUN en el host L1*

PRUEBA	%USO CPU									
Prueba1	1%	2%	1%	9%	10%	12%	1%	9%	3%	1%
Prueba2	5%	1%	19%	1%	4%	2%	1%	2%	1%	10%
Prueba3	1%	10%	13%	10%	5%	1%	3%	1%	2%	1%
Prueba4	1%	2%	3%	4%	12%	3%	1%	2%	1%	14%
Prueba5	1%	2%	1%	2%	12%	8%	9%	6%	9%	1%

Fuente: Elaboración Propia

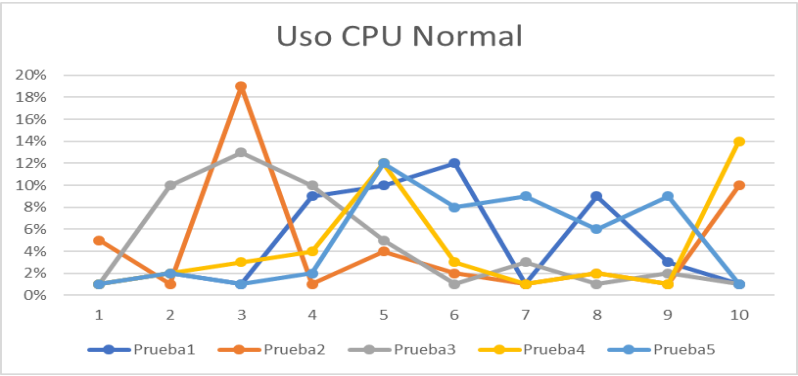

Fig. 26 UCPUN en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 65 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L1*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	12%
Prueba2	1%	19%
Prueba3	1%	13%
Prueba4	1%	14%
Prueba5	1%	12%
PROM total	1%	14%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es del 1-14%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 66 *UCPM en el host L1*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
2%	3%	3%	3%	3%
3%	2%	2%	2%	2%
2%	3%	3%	3%	3%
1%	2%	1%	1%	1%
2%	1%	1%	5%	7%
1%	2%	2%	18%	16%
2%	1%	1%	1%	12%
1%	2%	13%	2%	7%
2%	1%	10%	12%	5%
1%	2%	5%	11%	1%
2%	1%	14%	5%	10%
1%	2%	10%	14%	11%
3%	1%	4%	11%	8%
1%	2%	1%	4%	6%
2%	1%	3%	2%	9%
1%	2%	13%	1%	6%
2%	1%	1%	2%	1%
1%	2%	2%	1%	3%
2%	1%	1%	2%	1%
10%	2%	3%	1%	8%
12%	1%	2%	2%	11%
8%	7%	3%	1%	1%
7%	14%	1%	2%	2%
13%	10%	2%	25%	1%
6%	9%	1%	6%	2%
1%	10%	2%	1%	1%
2%	8%	1%	2%	2%
1%	1%	2%	1%	2%
2%		1%		
1%		2%		

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

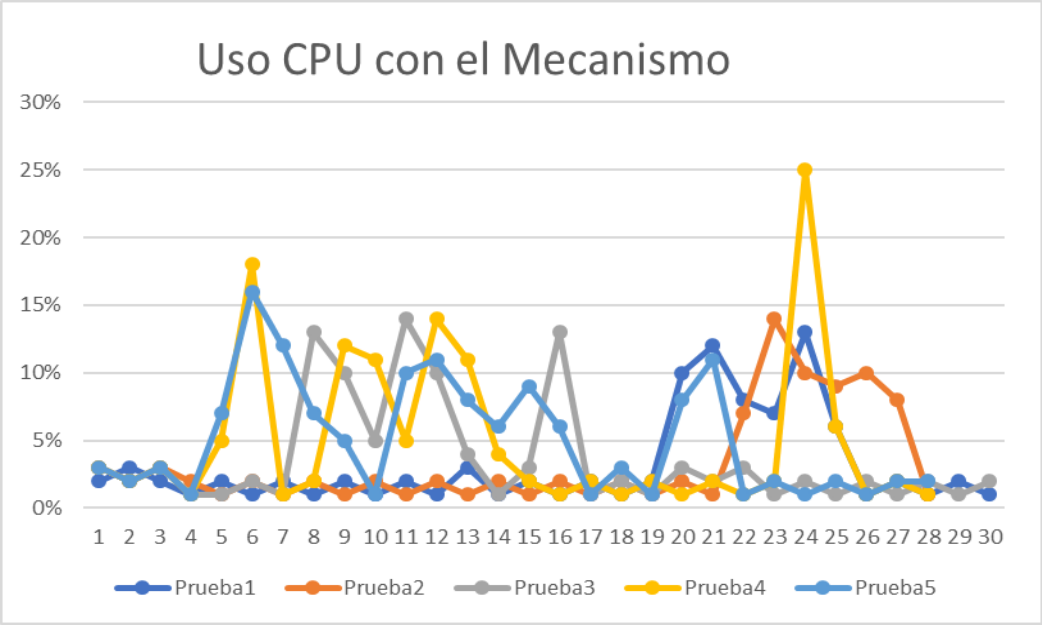

Fig. 27 UCPM en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 67 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L1*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	13%
Prueba2	1%	14%
Prueba3	1%	14%
Prueba4	1%	25%
Prueba5	1%	16%
PROM total	1%	16%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-16%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 68 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	% UCPN	% UCPM
Min	1%	1%
Max	14%	16%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 69 *Resultados del %UCPU en el host L1*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió, pero el rango máximo aumentó un 2% del Uso de CPU
Min	0%
Max	2%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

TABLA 70 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L1*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 71 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L1*

MTU	PROMEDIO (%)	
	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 72 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L1*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 73 *Resultados de PP en el host L1*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0% en los ocho rangos de MTU

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 28 Resultados de PP en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 74 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	1.774	1.775	2.787	2.788	3.803	3.804	4.818	4.820	5.834	5.835
232	11.592	11.593	12.598	12.600	13.614	13.615	14.629	14.631	15.645	15.646
432	1.879	1.881	2.883	2.885	3.903	3.905	4.919	4.921	5.935	5.936
632	1.921	1.923	2.938	2.940	3.954	3.956	4.969	4.971	5.985	5.987
832	0.988	0.990	1.998	2.000	3.013	3.015	4.029	4.031	5.045	5.047
1032	2.327	2.329	3.340	3.342	4.356	4.358	5.371	5.373	6.387	6.389
1232	0.726	0.729	1.747	1.750	2.763	2.765	3.778	3.781	4.794	4.796
1432	1.009	1.012	2.022	2.025	3.033	3.036	4.053	4.056	5.069	5.071

Fuente: Elaboración Propia

Para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 75 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1*

MTU	LATENCIA por MTU (ms)				
	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	1	1	1	2	1
232	1	2	1	2	1
432	2	2	2	2	1
632	2	2	2	2	2
832	2	2	2	2	2
1032	2	2	2	2	2
1232	3	3	2	3	2
1432	3	3	3	3	2

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 76 *Promedio de latencia en el host L1*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	1
232	1
432	2
632	2
832	2
1032	2
1232	3
1432	3

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 77 *Rendimiento por MTU en el host L1*

	RENDIMIENTO							
MTU	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**
32	32,00							
232		232,00						
432			216,00					
632				316,00				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							410,67	
1432								477,33

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L3

USO CPU NORMAL (UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 78 *UCPUN en el host L3*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
7%	6%	5%	5%	6%
6%	7%	9%	6%	5%
7%	18%	5%	8%	6%
6%	16%	6%	6%	5%
5%	6%	7%	5%	6%
7%	7%	14%	6%	5%
6%	6%	7%	7%	6%
7%	8%	6%	5%	5%
6%	7%	10%	6%	7%
5%	17%	21%	5%	5%
11%	7%	5%	6%	9%
6%	6%	4%	5%	5%
7%	7%	9%	6%	7%
6%	6%	6%	5%	5%
6%	5%	7%	6%	7%
7%	6%	8%	5%	6%
6%	5%	6%	6%	5%
7%	6%	3%	5%	6%
6%	5%	7%	6%	5%
7%	6%	6%	5%	6%
6%	5%	5%	6%	5%
7%	6%	8%	5%	6%
6%	5%	6%	6%	5%
5%	6%	7%	5%	6%
6%		6%	7%	4%
		5%	6%	6%
		6%		7%
		9%		6%
		6%		

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

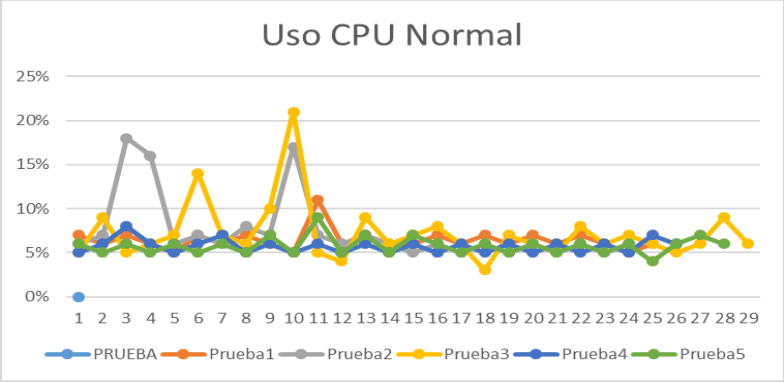

Fig. 29 UCPUN en el host L3

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal.

TABLA 79 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L3*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	5%	11%
Prueba2	5%	18%
Prueba3	3%	21%
Prueba4	5%	8%
Prueba5	4%	9%
PROM total	4%	13%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es de 4-13%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 80 UCPM en el host L3

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
5%	6%	5%	5%	9%
7%	5%	15%	6%	11%
6%	6%	6%	5%	6%
5%	5%	5%	6%	7%
6%	6%	6%	5%	5%
5%	5%	5%	11%	6%
6%	14%	7%	7%	5%
5%	6%	11%	5%	6%
6%	5%	5%	6%	5%
10%	7%	6%	8%	9%
5%	4%	5%	6%	6%
6%	5%	8%	5%	12%
5%	6%	6%	6%	6%
8%	7%	5%	5%	5%
5%	6%	7%	6%	6%
6%	5%	5%	5%	5%
5%	4%	6%	4%	6%
6%	5%	5%	5%	5%
7%	6%	6%	6%	7%
5%	5%	5%	5%	5%
6%	6%	6%	14%	7%
8%	4%	4%	6%	5%
5%	5%	6%	5%	6%
6%	6%	4%	6%	4%
5%	5%	5%	5%	6%
6%	6%	14%	6%	5%
5%	5%	6%	5%	6%
18%	4%	7%	4%	5%
5%	12%	5%	5%	6%
6%	6%	6%	6%	5%
5%	5%	4%	5%	6%
6%	11%	5%	6%	5%
5%	5%	5%	5%	4%
6%	4%	5%	6%	7%
	5%	6%	5%	6%
		5%	4%	7%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

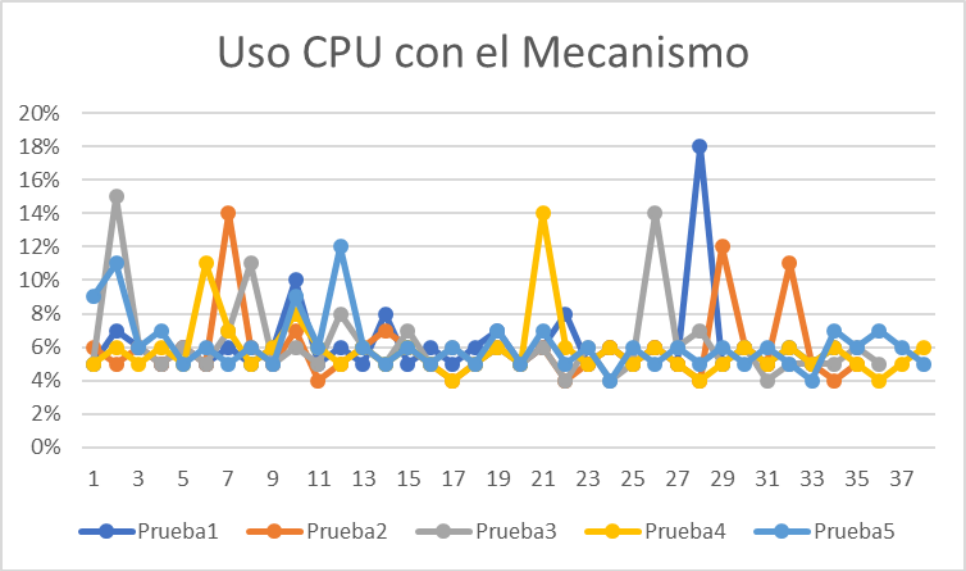

Fig. 30 UCPM en el host L3

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 81 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L3*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	5%	18%
Prueba2	4%	14%
Prueba3	4%	15%
Prueba4	4%	14%
Prueba5	4%	12%
PROM total	4%	15%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 4-15%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 82 *Rangos del %UCPN y %UCPUM - L3*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	4%	4%
Max	13%	15%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 83 *Resultados del %UCPU en el host L3*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió y el rango máximo aumentó 2% del Uso de CPU
Min	0%
Max	2%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 84 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L3*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 85 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L3*

MTU	PROMEDIO(%)	
	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 86 *Resultados aplicando la formula de PP en el host L3*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 87 *Resultados de PP en el host L3*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 31 Resultados de PP en el host L3

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 88 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L3*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	1,359	1,360	2,384	2,385	3,406	3,407	4,441	4,442	5,469	5,470
232	1,614	1,616	2,639	2,640	3,660	3,661	4,688	4,689	5,716	5,718
432	0.041	0.043	1,064	1,065	2,096	2,097	3,129	3,130	4,154	4,155
632	1,293	1,296	2,321	2,324	3,353	3,355	4,379	4,382	5,418	5,420
832	0.000	0.002	1,027	1,029	2,058	2,061	3,090	3,092	4,119	4,121
1032	3,151	3,153	4,174	4,176	5,200	5,202	6,237	6,239	7,250	7,252
1232	1,495	1,498	2,527	2,530	3,548	3,550	4,581	4,583	5,602	5,605
1432	0.514	0.518	1,288	1,291	2,318	2,321	3,350	3,352	4,380	4,383

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 89 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L3*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	1	1	1	1	1
232	2	1	1	1	2
432	2	1	1	1	1
632	3	3	2	3	2
832	2	2	3	2	2
1032	2	2	2	2	2
1232	3	3	2	2	3
1432	4	3	3	2	3

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 90 *Promedio de latencia en el host L3*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	1
232	1
432	1
632	3
832	2
1032	2
1232	3
1432	3

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 91 *Rendimiento por MTU en el host L3*

	RENDIMIENTO							
MTU	**1**	**1**	**1**	**3**	**2**	**2**	**3**	**3**
32	32,00							
232		232,00						
432			432,00					
632				210,67				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							410,67	
1432								477,33

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L4

USO CPU NORMAL(UCPUN**)**

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 92 *UCPUN en el host L4*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
2%	1%	1%	1%	1%
1%	3%	3%	5%	2%
6%	5%	7%	3%	1%
15%	1%	6%	2%	2%
2%	2%	9%	1%	1%
9%	1%	1%	3%	2%
12%	2%	3%	1%	1%
11%	1%	1%	2%	8%
2%	3%	2%	1%	5%
1%		1%	2%	2%
10%		5%	1%	1%
1%		1%		
		1%		

Fuente: Elaboración Propia

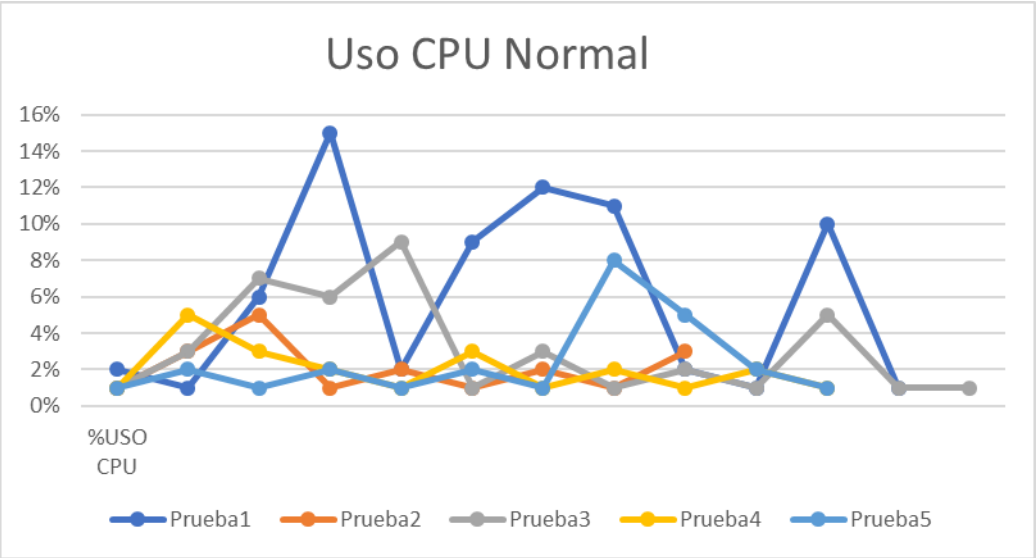

Fig. 32 UCPUN en el host L4

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 93 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L4*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	15%
Prueba2	1%	5%
Prueba3	1%	9%
Prueba4	1%	5%
Prueba5	1%	8%
PROM total	1%	8%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es de 1-8%.

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 94 *UCPM en el host L4*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
2%	1%	2%	2%	2%
5%	2%	1%	1%	1%
2%	1%	2%	5%	2%
1%	2%	1%	1%	9%
9%	1%	4%	7%	2%
1%	10%	1%	1%	1%
3%	3%	10%	2%	2%
4%	1%	1%	1%	1%
1%	2%	2%	2%	8%
2%	1%			

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

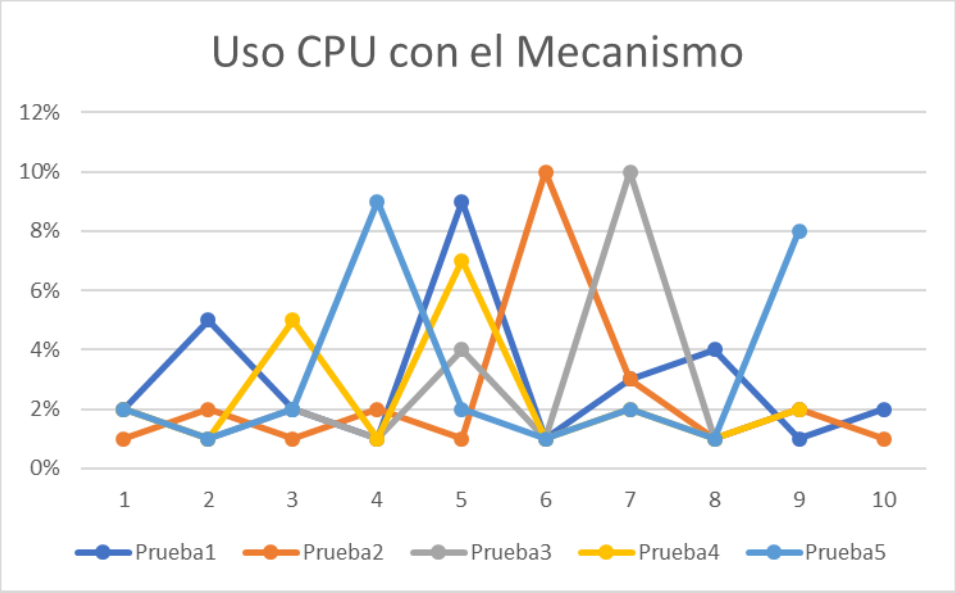

Fig. 33 UCPM en el host L4
Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 95 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L4*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	9%
Prueba2	1%	10%
Prueba3	1%	10%
Prueba4	1%	7%
Prueba5	1%	9%
PROM total	1%	9%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-9%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 96 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L4*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	1%	1%
Max	8%	9%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 97 *Resultados del %UCPU en el host L4*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió y el rango máximo aumentó 1% del Uso de CPU
Min	0%
Max	1%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 98 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L4*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 99 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L4*

MTU	PROMEDIO (%)	
	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 100 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L4*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 101 *Resultados de PP en el host L4*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 34 Resultados de PP en el host L4

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 102 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	7,638	7,640	8,643	8,646	9,661	9,662	10,676	10,678	11,683	11,684
232	5,683	5,685	6,702	6,704	7,707	7,709	8,712	8,715	9,728	9,730
432	1,213	1,216	2,232	2,235	3,253	3,256	4,272	4,275	5,288	5,291
632	0.768	0.770	1,785	1,787	2,800	2,802	3,813	3,815	4,833	4,835
832	5,709	5,711	6,714	6,715	7,735	7,737	8,751	8,753	9,764	9,766
1032	0.000	0.002	1,016	1,018	2,031	2,033	3,047	3,049	4,063	4,065
1232	0.000	0.002	1,003	1,005	2,024	2,027	3,046	3,048	4,062	4,064
1432	1,071	1,073	2,081	2,083	3,104	3,106	4,119	4,121	5,130	5,132

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 103 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4*

MTU	LATENCIA por MTU (ms)				
	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	2	3	1	2	1
232	2	2	2	3	2
432	3	3	3	3	3
632	2	2	2	2	2
832	2	1	2	2	2
1032	2	2	2	2	2
1232	2	2	3	2	2
1432	2	2	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 104 *Promedio de latencia en el host L4*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	2
232	2
432	3
632	2
832	2
1032	2
1232	2
1432	2

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 105 *Rendimiento por MTU en el host L4*

	RENDIMIENTO							
MTU	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
32	16,00							
232		116,00						
432			144,00					
632				316,00				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							616,00	
1432								716,00

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L5

USO CPU NORMAL(UCPUN**)**

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 106 *UCPUN en el host L5*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	4%
2%	2%	2%	2%	2%
3%	3%	3%	3%	3%
16%	2%	2%	2%	4%
3%	3%	3%	3%	3%
2%	4%	2%	2%	2%
3%	3%	3%	3%	3%
4%	2%	4%	4%	2%
5%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	5%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	5%	5%
2%	3%	3%	4%	3%
6%	2%	2%	3%	2%
3%	3%		2%	3%
	2%			5%
	3%			3%
	2%			

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 107 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L5*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	2%	16%
Prueba2	2%	5%
Prueba3	2%	4%
Prueba4	2%	5%
Prueba5	2%	5%
PROM total	2%	7%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 2-7%.

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 108 *UCPM en el host L5*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	2%	2%	2%	2%
5%	4%	5%	3%	6%
3%	3%	3%	4%	3%
2%	4%	4%	2%	5%
3%	3%	3%	3%	3%
2%	2%	2%	4%	4%
3%	3%	3%	3%	3%
2%	9%	6%	5%	10%
5%	3%	4%	3%	3%
4%	8%	5%	2%	9%
3%	3%	3%	3%	7%
8%	4%	4%	9%	3%
3%	3%	3%	3%	2%
4%	2%	5%	2%	5%
5%	4%	3%	3%	3%
3%	5%	4%	6%	4%
2%	3%	3%	3%	3%
3%	4%	4%	2%	2%
2%	3%	3%	3%	3%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5%	4%	8%	2%
3%	3%	3%	3%
5%	4%	2%	2%
4%	3%	3%	3%
3%		4%	2%
2%		3%	4%
3%		2%	3%
4%		3%	2%
3%		2%	3%
		3%	2%
			3%
			2%
			3%
			2%
			3%
			2%

Fuente: Elaboración Propia

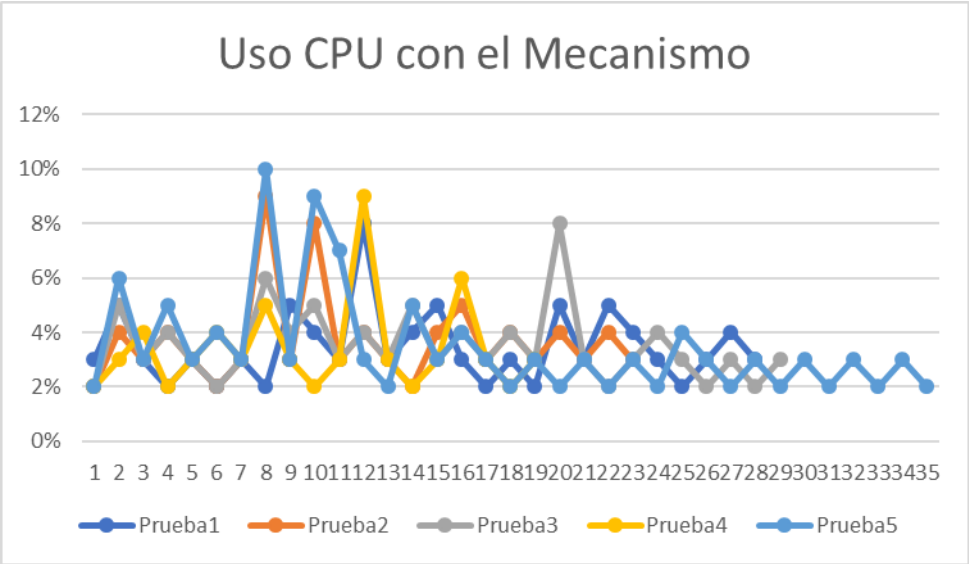

Fig. 35 UCPM en el host L5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 109 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L5*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	2%	8%
Prueba2	2%	9%
Prueba3	2%	8%
Prueba4	2%	9%
Prueba5	2%	10%
PROM total	2%	9%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 2-9%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 110 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	2	2
Max	7	9

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 111 *Resultados del %UCPU en el host L5*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió y el rango máximo aumentó 2% del Uso de CPU
Min	0%
Max	2%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 112 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L5*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 113 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L5*

MTU	PROMEDIO(%)	
	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 114 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L5*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 115 *Resultados de PP en el host L5*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 36 Resultados de PP en el host L5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 116 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5*

MTU	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	0.000	0.001	1,005	1,007	2,021	2,022	3,032	3,034	4,060	4,061
232	0.588	0.591	1,599	1,603	2,615	2,617	3,631	3,632	4,646	4,648
432	0.362	0.366	1,373	1,377	2,389	2,391	3,405	3,407	4,421	4,423
632	1,088	1,090	2,095	2,097	3,110	3,113	4,126	4,129	5,141	5,145
832	0.778	0.780	1,786	1,788	2,801	2,804	3,811	3,813	4,830	4,832
1032	0.470	0.473	1,477	1,479	2,493	2,497	3,505	3,509	4,521	4,524
1232	1,358	1,362	2,370	2,373	3,386	3,388	4,416	4,419	5,431	5,433
1432	0.760	0.763	1,772	1,776	2,788	2,792	3,804	3,808	4,819	4,823

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 117 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	1	2	1	2	1
232	3	4	2	1	2
432	4	4	2	2	2
632	2	2	3	3	4
832	2	2	3	2	2
1032	3	2	4	4	3
1232	4	3	2	3	2
1432	3	4	4	4	4

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 118 *Promedio de latencia en el host L5*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	1
232	2
432	3
632	3
832	2
1032	3
1232	3
1432	4

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 119 *Rendimiento por MTU en el host L5*

MTU	RENDIMIENTO							
	1	2	3	3	2	3	3	4
32	32,00							
232		116,00						
432			144,00					
632				210,67				
832					416,00			
1032						344,00		
1232							410,67	
1432								358,00

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST : L6

USO CPU NORMAL(UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 120 *UCPUN en el host L6*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
1%	1%	1%	1%	1%
3%	4%	2%	3%	2%
2%	1%	3%	1%	3%
3%	2%	1%	2%	1%
1%	3%	2%	1%	4%
3%	2%	3%	3%	3%
2%	3%	1%	2%	2%
1%	1%	3%	4%	1%

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 121 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L6*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	3%
Prueba2	1%	4%
Prueba3	1%	3%
Prueba4	1%	4%
Prueba5	1%	4%
PROM total	1%	4%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-4 %.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 122 *UCPM en el host L6*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
1%	1%	1%	1%	1%
2%	2%	3%	6%	2%
1%	1%	7%	1%	1%
2%	3%	2%	2%	2%
1%	1%	1%	1%	1%
2%	5%	2%	2%	2%
1%	1%	1%	1%	1%
	9%	2%		
	2%	1%		
	1%			
	4%			
	1%			

Fuente: Elaboración Propia

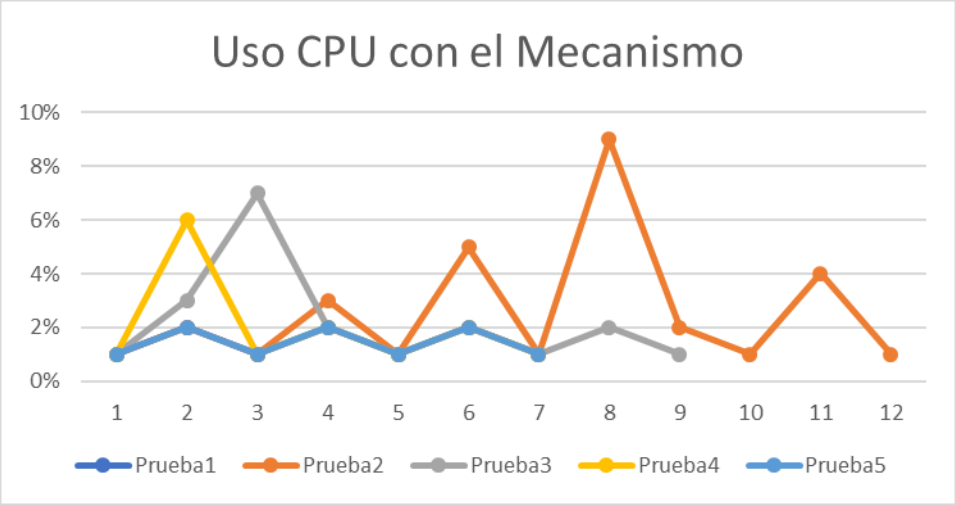

Fig. 37 UCPM en el host L6

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 123 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L6*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	2%
Prueba2	1%	9%
Prueba3	1%	7%
Prueba4	1%	6%
Prueba5	1%	2%
PROM total	1%	5%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-5%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 124 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	1	1
Max	4	5

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 125 *Resultados del %UCPU en el host L6*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió y el rango máximo aumentó 1% del Uso de CPU
Min	0%
Max	1%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 126 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L6*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 127 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L6*

	PROMEDIO (%)	
MTU	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 128 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L6*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 129 *Resultados de PP en el host L6*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 38 Resultados de PP en el host L6
Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 130 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	3.956	3.958	4.961	4.964	5.974	5.977	6.988	6.990	8.003	8.006
232	6.040	6.043	7.054	7.057	8.069	8.072	9.085	9.087	10.100	10.102
432	0.527	0.529	1.531	1.534	2.546	2.549	3.562	3.565	4.577	4.580
632	1.741	1.743	2.758	2.761	3.774	3.777	4.789	4.792	5.805	5.808
832	7.686	7.689	8.698	8.701	9.713	9.717	10.729	10.731	11.744	11.746
1032	0.863	0.866	1.875	1.878	2.891	2.893	3.906	3.908	4.921	4.923
1232	0.203	0.206	1.216	1.219	2.232	2.234	3.247	3.250	4.262	4.266
1432	0.482	0.485	1.501	1.504	2.516	2.519	3.532	3.534	4.547	4.550

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 131 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	2	3	3	2	3
232	3	3	3	2	2
432	2	3	3	3	3
632	2	3	3	3	3
832	3	3	4	2	2
1032	3	3	2	2	2
1232	3	3	2	3	4
1432	3	3	3	2	3

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 132 *Promedio de latencia en el host L6*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	3
232	3
432	3
632	3
832	3
1032	2
1232	3
1432	3

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 133 *Rendimiento por MTU en el host L6*

	RENDIMIENTO							
MTU	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**2**	**3**	**3**
32	10,67							
232		77,33						
432			144,00					
632				210,67				
832					277,33			
1032						516,00		
1232							410,67	
1432								477,333

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 5 Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

El tamaño del buffer acepta hasta 65500(lo que se llama un jumbo frame), lo recomendable es enviar un MTU ≤ 1400. Esto se evidencia a continuación en el que se realizó un ping desde el host 2001:1::2 al host 2001:2::3**(1).**

1. Se envió un tamaño de paquete de 14000 al host con dirección 2001:2::3 haciendo uso del siguiente comando: ping -l 14000 201:2::3 **(2)**. Como se puede observar se muestra lo siguiente **10 IPv6 Fragments,** lo que significa que el paquete se debe fragmentar 10 veces por lo que se envió un MTU mayor a 1400. Cada paquete contiene 1432 bytes, por lo que se puede concluir que el MTU que soporta la red es de 1432 bytes **(3)**.

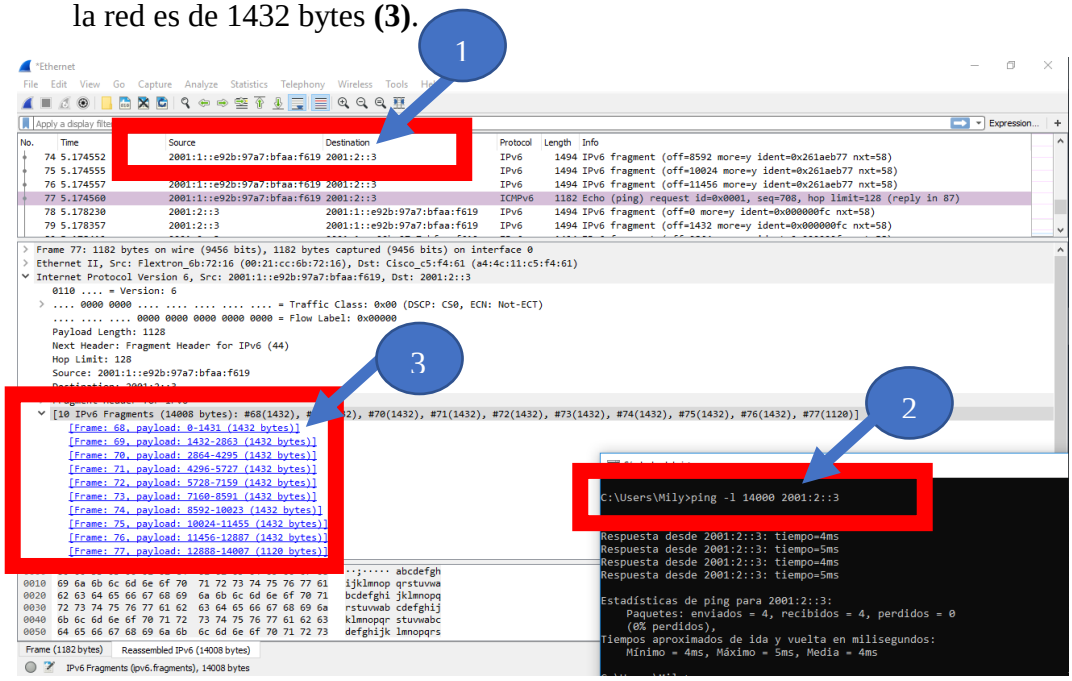

Fig. 39 Envío de MTU con 14000 a una dirección IPv6

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2. El MTU que soporta es de 1432 bytes. Por lo cual, si se envía un MTU menor o igual a 1432 bytes no muestra que se haya realizado una fragmentación como se mostró en la Fig.41.

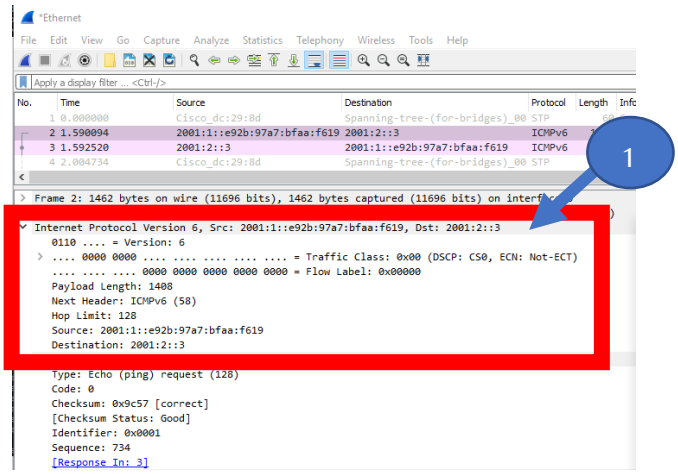

Fig. 40 Envío de MTU con 1432 a una dirección IPv6

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 6 Peticiones del comando PING

Cuando se realiza un ping, realiza dos peticiones que son echo request y echo reply. El emisor envía un echo request (petición) al receptor. Y el receptor responde con un echo Reply (respuesta de ping) al emisor. Por lo tanto, todo Host responde ambas peticiones el cual con ambos se puede calcular la latencia. (Komal, 2015)

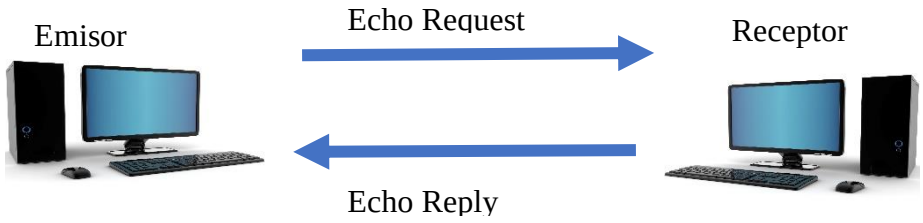

Fig. 41 Funcionamiento del comando Ping

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Fig. 44. El Ítem **No.** Es el número de orden que se realizan las peticiones. **Time**: Es el tiempo que comenzó a realizar la petición en milisegundos, **Source:** Muestra la dirección IP de origen que esta realizando el ping, **Destination** : Dirección IP de destino con el que se está probando la conectividad, **Protocol**: Es el protocolo que el comando ping utiliza en este caso es ICMPv6(Protocolo de Mensajes de Control de Internet Versión 6), **Info** significa que petición esta realizando el ping. Como se puede observar en el No.1 el Info muestra la petición que se realiza es un Echo Request y el No.2 la petición es un Echo Reply. Por lo tanto cuando el info muestre que se realizó un echo Request con esto se obtiene el tiempo de ida, y el echo Reply en time se obtiene el tiempo de vuelta. Con estas dos peticiones se calcula la latencia.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000	Cisco_dc:29:8d	Spanning-tree-(for-bridges)_00	STP	60	Conf. Root = 32768/1/58:bf:ea:
2	1.774	2001:1::5400:9fa4:5709:6046	2001:2::3	ICMPv6	94	Echo (ping) request id=0x0001,
3	1.775	2001:2::3	2001:1::5400:9fa4:5709:6046	ICMPv6	94	Echo (ping) reply id=0x0001, s

Fig. 42 Captura de pantalla del envío de un paquete haciendo conexión con el comando ping.

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 7 Configuración del mecanismo de transición ISATAP

TABLA 134 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R1*

1	--- System Configuration Dialog ---
2	Continue with configuration dialog? [yes/no]: n
3	Press RETURN to get started!
4	Router>enable
5	Router#configure terminal
6	Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
7	Router(config-if)#ip address 10.15.10.1 255.255.255.0
8	Router(config-if)#no shutdown
9	Router(config-if)#exit
10	Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
11	Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
12	Router(config-if)#no shutdown
13	Router(config-if)#exit
14	Router(config)#router rip
15	Router(config-router)#version 2
16	Router(config-router)#network 10.15.10.0
17	Router(config-router)#network 192.168.10.0
18	Router(config-router)#exit
19	Router(config)#interface tunnel 1
20	Router(config-if)#ipv6 address 2001:10::1/64 eui-64
21	Router(config-if)#no ipv6 nd ra suppress
22	Router(config-if)#tunnel source g0/0
23	Router(config-if)#tunnel mode ipv6ip isatap
24	Router(config-if)#exit

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 135 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R2*

1	--- System Configuration Dialog ---
2	Continue with configuration dialog? [yes/no]: n
3	Press RETURN to get started!
4	Router>enable
5	Router#configure terminal
6	Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
7	Router(config-if)#ip address 10.15.10.2 255.255.255.0
8	Router(config-if)#no shutdown
9	Router(config-if)#exit
10	Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
11	Router(config-if)#ip address 10.20.20.1 255.255.255.0
12	Router(config-if)#no shutdown
13	Router(config-if)#exit
14	Router(config)#router rip
15	Router(config-router)#version 2
16	Router(config-router)#network 10.15.10.0
17	Router(config-router)#network 10.20.20.0
18	Router(config-router)#exit

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 136 *Configuración del mecanismo ISATAP en el host R3*

```
1     --- System Configuration Dialog ---
2     Continue with configuration dialog? [yes/no]: no
3     Press RETURN to get started!
4     Router>enable
5     Router#configure terminal
6     Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
7     Router(config-if)#ip address 10.20.20.2 255.255.255.0
8     Router(config-if)#no shutdown
9     Router(config-if)#exit
10    Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
11    Router(config-if)#ip address 192.167.10.1 255.255.255.0
12    Router(config-if)#no shutdown
13    Router(config-if)#exit
14    Router(config)#router rip
15    Router(config-router)#version 2
16    Router(config-router)#network 192.167.10.0
17    Router(config-router)#network 10.20.20.0
18    Router(config-router)#exit
19    Router(config)#interface tunnel 1
20    Router(config-if)#ipv6 address 2001:10::3/64
21    Router(config-if)#tunnel mode ipv6ip
22    Router(config-if)#tunnel destination 10.15.10.1
23    Router(config-if)#exit
24    Router(config)#
```

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 8 Resultados por host aplicando el mecanismo ISATAP

HOST : L1

USO CPU NORMAL(UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 137 *UCPUN en el host L1*

PRUEBA	%USO CPU									
Prueba1	1%	2%	1%	9%	10%	12%	1%	9%	3%	1%
Prueba2	5%	1%	19%	1%	4%	2%	1%	2%	1%	10%
Prueba3	1%	10%	13%	10%	5%	1%	3%	1%	2%	1%
Prueba4	1%	2%	3%	4%	12%	3%	1%	2%	1%	14%
Prueba5	1%	2%	1%	2%	12%	8%	9%	6%	9%	1%

Fuente: Elaboración Propia

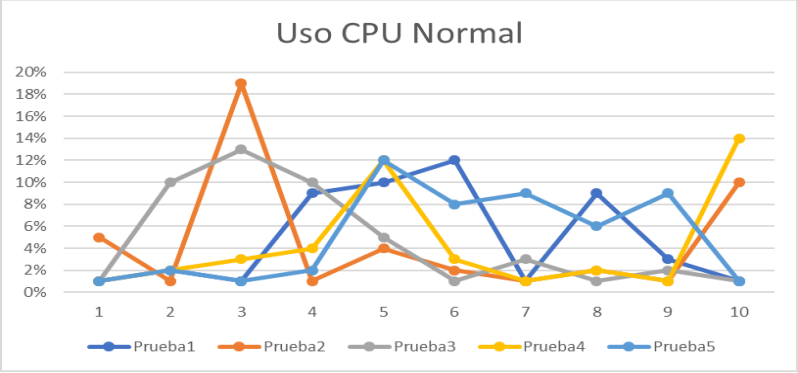

Fig. 43 UCPUN en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 138 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L1*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	12%
Prueba2	1%	19%
Prueba3	1%	13%
Prueba4	1%	14%
Prueba5	1%	12%
PROM total	1%	14%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es del 1-14%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 139 *UCPM en el host L1*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	3%	3%	3%	3%
2%	2%	2%	2%	2%
18%	5%	3%	3%	6%
12%	16%	2%	2%	17%
11%	12%	1%	3%	12%
15%	16%	2%	2%	6%
2%	15%	3%	1%	12%
3%	9%	8%	2%	9%
2%	2%	16%	18%	2%
	5%	11%	12%	17%
	2%	6%	7%	4%
	3%	2%	12%	21%
	2%		7%	2%
	6%		2%	3%

Fuente: Elaboración Propia

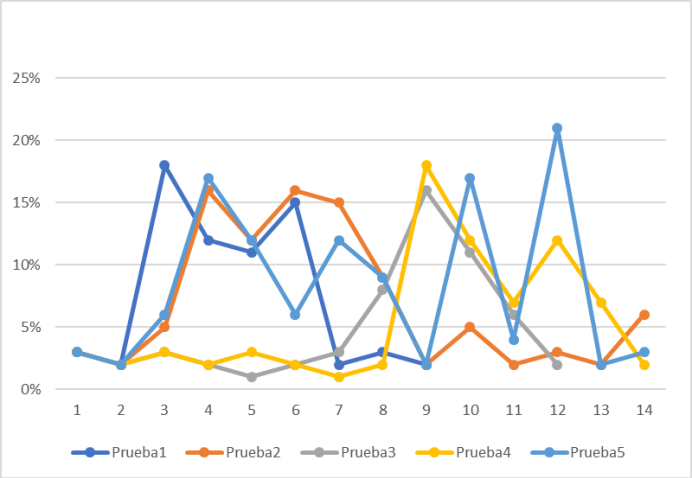

Fig. 44 UCPM en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 140 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L1*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	2%	18%
Prueba2	2%	16%
Prueba3	1%	16%
Prueba4	1%	18%
Prueba5	2%	21%
PROM total	2%	18%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-16%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 141 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	% UCPN	% UCPM
Min	1%	2%
Max	14%	18%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 142 R*esultados del %UCPU en el host L1*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio varió 1% y el rango máximo aumentó 4% del Uso de CPU
Min	1%
Max	4%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

TABLA 143 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L1*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 144 P*romedio de PP y PR por MTU en el host L1*

MTU	PROMEDIO (%)	
	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 145 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L1*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 146 *Resultados de PP en el host L1*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0% en los ocho rangos de MTU

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 45 Resultados de PP en el host L1

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 147 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	0.000	0.001	1.017	1.018	2.033	2.034	3.048	3.049	4.064	4.065
232	1.159	1.161	2.178	2.179	3.193	3.195	4.218	4.220	5.234	5.235
432	0.000	0.001	1.020	1.021	2.035	2.037	3.051	3.052	4.066	4.068
632	0.000	0.001	1.016	1.017	2.031	2.033	3.047	3.048	4.070	4.072
832	0.000	0.001	1.027	1.029	2.045	2.049	3.064	3.066	4.086	4.088
1032	0.000	0.002	1.018	1.020	2.034	2.036	3.049	3.051	4.074	4.076
1232	0.000	0.002	1.015	1.017	2.030	2.033	3.044	3.046	4.059	4.061
1432	0.242	0.245	1.248	2.251	2.264	2.266	3.280	3.282	4.295	4.297

Fuente: Elaboración Propia

Para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 148 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L1*

MTU	LATENCIA por MTU (ms)				
	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	1	1	1	1	1
232	2	1	2	2	1
432	1	1	2	1	2
632	1	1	2	1	2
832	1	2	4	2	2
1032	2	2	2	2	2
1232	2	2	3	2	2
1432	3	3	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 149 *Promedio de latencia en el host L1*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	1
232	2
432	1
632	1
832	2
1032	2
1232	2
1432	2

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 150 *Rendimiento por MTU en el host L1*

	RENDIMIENTO							
MTU	1	2	1	1	2	2	2	2
32	32,00							
232		116,00						
432			432,00					
632				632,00				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							616,00	
1432								716,00

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L4

USO CPU NORMAL(UCPUN**)**

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 151 *UCPUN en el host L4*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
2%	1%	1%	1%	1%
1%	3%	3%	5%	2%
6%	5%	7%	3%	1%
15%	1%	6%	2%	2%
2%	2%	9%	1%	1%
9%	1%	1%	3%	2%
12%	2%	3%	1%	1%
11%	1%	1%	2%	8%
2%	3%	2%	1%	5%
1%		1%	2%	2%
10%		5%	1%	1%
1%		1%		
		1%		

Fuente: Elaboración Propia

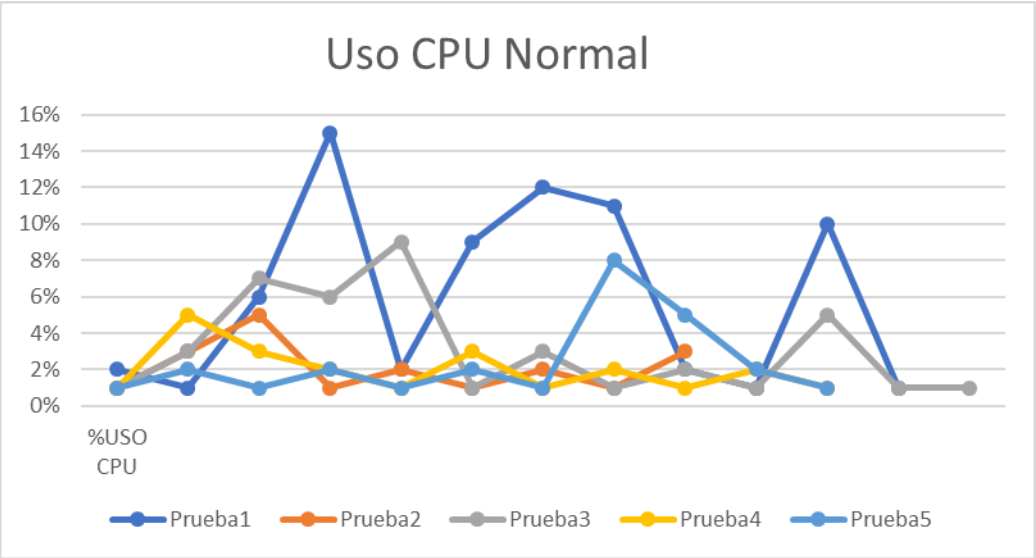

Fig. 46 UCPUN en el host L4

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal.

TABLA 152 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L4*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	15%
Prueba2	1%	5%
Prueba3	1%	9%
Prueba4	1%	5%
Prueba5	1%	8%
PROM total	1%	8%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es de 1-8%.

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 153 *UCPM en el host L4*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	3%	3%	3%	3%
1%	5%	2%	2%	2%
3%	9%	1%	3%	1%
2%	2%	2%	2%	2%
5%	1%	3%	1%	1%
6%	6%	9%	7%	2%
2%	2%	1%	3%	1%
1%	8%	2%	2%	2%
2%	2%	1%	1%	1%
6%	1%	2%	2%	2%
2%	2%	1%	3%	6%
1%	1%	2%	2%	2%
2%	2%	1%	1%	1%
15%	1%	2%	2%	2%
2%	2%		3%	3%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

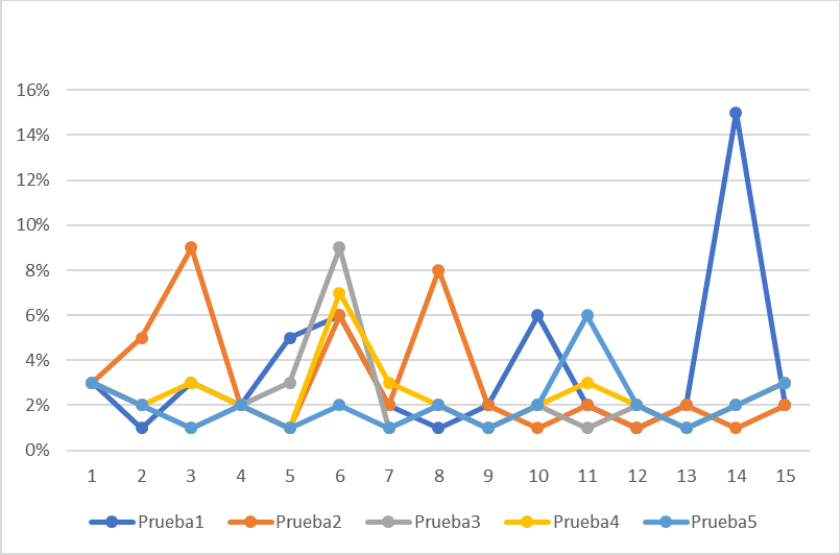

Fig. 47 UCPM en el host L4
Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 154 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L4*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	15%
Prueba2	1%	9%
Prueba3	1%	9%
Prueba4	1%	7%
Prueba5	1%	6%
PROM total	1%	9%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-9%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 155 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L4*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	1%	1%
Max	8%	9%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 156 *Resultados del %UCPU en el host L4*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio no varió y el rango máximo aumentó 1% del Uso de CPU
Min	0%
Max	1%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 157 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L4*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 158 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L4*

	PROMEDIO (%)	
MTU	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 159 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L4*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 160 *Resultados de PP en el host L4*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 48 Resultados de PP en el host L4

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 161 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	0.000	0.001	1.022	1.023	2.047	2.048	3.072	3.073	4.086	4.087
232	0.110	0.111	1.124	1.225	2.144	2.145	3.160	3.162	4.181	4.182
432	0.089	0.090	1.104	1.105	2.118	2.120	3.131	3.133	4.143	4.145
632	0.000	0.001	1.021	1.023	2.046	2.048	3.068	3.069	4.083	4.085
832	0.246	0.248	1.256	1.258	2.280	2.281	3.295	3.296	4.301	4.303
1032	0.000	0.002	1.006	1.008	2.027	2.029	3.056	3.058	4.077	4.079
1232	0.618	0.620	1.639	1.642	2.66	2..668	3.689	3.692	4.708	4.710
1432	0.000	0.002	1.019	1.021	2.033	2.036	3.054	3.057	4.075	4.078

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 162 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L4*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	1	1	1	1	1
232	1	1	1	2	1
432	1	1	2	2	2
632	1	2	2	1	2
832	2	2	1	1	2
1032	2	2	2	2	2
1232	2	3	2	3	2
1432	2	2	3	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 163 *Promedio de latencia en el host L4*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	1
232	1
432	2
632	2
832	2
1032	2
1232	2
1432	3

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto se deduce que si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 164 *Rendimiento por MTU en el host L4*

	RENDIMIENTO							
MTU	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**
32	32,00							
232		232,00						
432			216,00					
632				316,00				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							616,00	
1432								477,33

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L5

USO CPU NORMAL(UCPUN**)**

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 165 *UCPUN en el host L5*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	2%
2%	2%	2%	2%	3%
3%	3%	3%	3%	4%
2%	2%	2%	2%	2%
3%	3%	3%	3%	3%
16%	2%	2%	2%	4%
3%	3%	3%	3%	3%
2%	4%	2%	2%	2%
3%	3%	3%	3%	3%
4%	2%	4%	4%	2%
5%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	5%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	3%	2%
2%	3%	3%	2%	3%
3%	2%	2%	5%	5%
2%	3%	3%	4%	3%
6%	2%	2%	3%	2%
3%	3%		2%	3%
	2%			5%
	3%			3%
	2%			

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 166 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L5*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	2%	16%
Prueba2	2%	5%
Prueba3	2%	4%
Prueba4	2%	5%
Prueba5	2%	5%
PROM total	2%	7%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 2-7%.

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 167 *UCPM en el host L5*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	2%	3%	6%	3%
4%	6%	8%	3%	6%
6%	3%	3%	5%	3%
4%	4%	4%	3%	4%
3%	3%	3%	4%	3%
4%	4%	4%	3%	4%
3%	3%	3%	4%	3%
4%	4%	4%	3%	4%
3%	3%	3%	4%	3%
4%	4%	4%	3%	4%
3%	3%	3%	4%	3%
4%	4%	4%	3%	4%
3%	11%	3%	5%	5%
8%	3%	4%	3%	4%
4%	4%	3%	5%	3%
3%	3%	4%	3%	4%
4%	7%	3%	5%	3%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

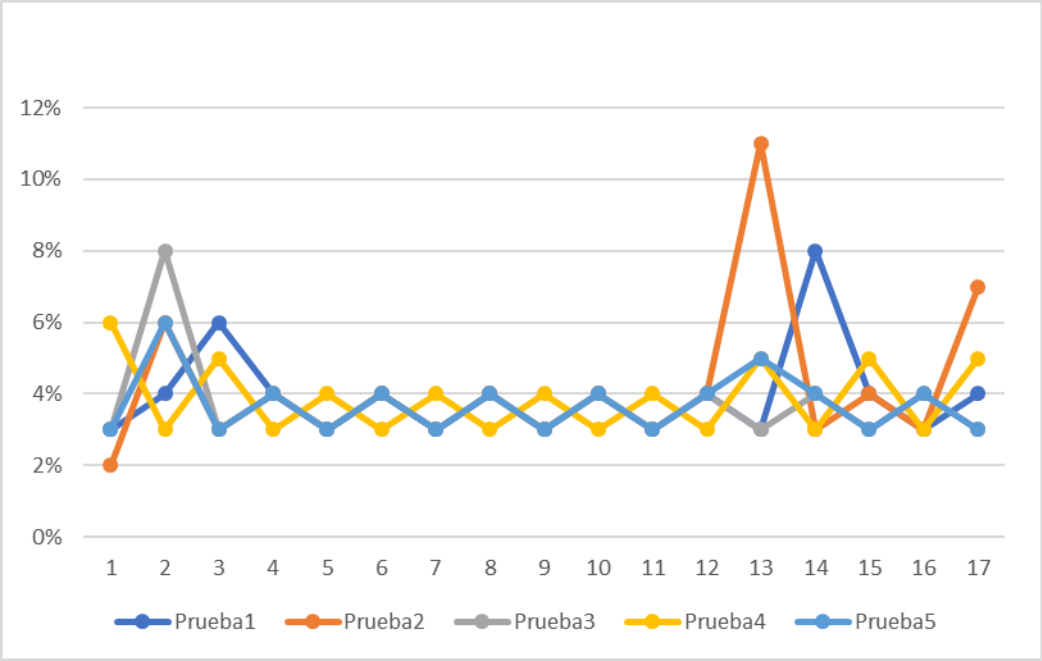

Fig. 49 UCPM en el host L5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 168 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L5*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	3%	8%
Prueba2	2%	11%
Prueba3	3%	8%
Prueba4	3%	6%
Prueba5	3%	6%
PROM total	3%	8%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 3-8%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 169 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	2	3
Max	7	8

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 170 *Resultados del %UCPU en el host L5*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio varió 1% al igual que el rango máximo
Min	1%
Max	1%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

TABLA 171 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L5*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 172 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L5*

	PROMEDIO(%)	
MTU	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 173 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L5*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 174 *Resultados de PP en el host L5*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

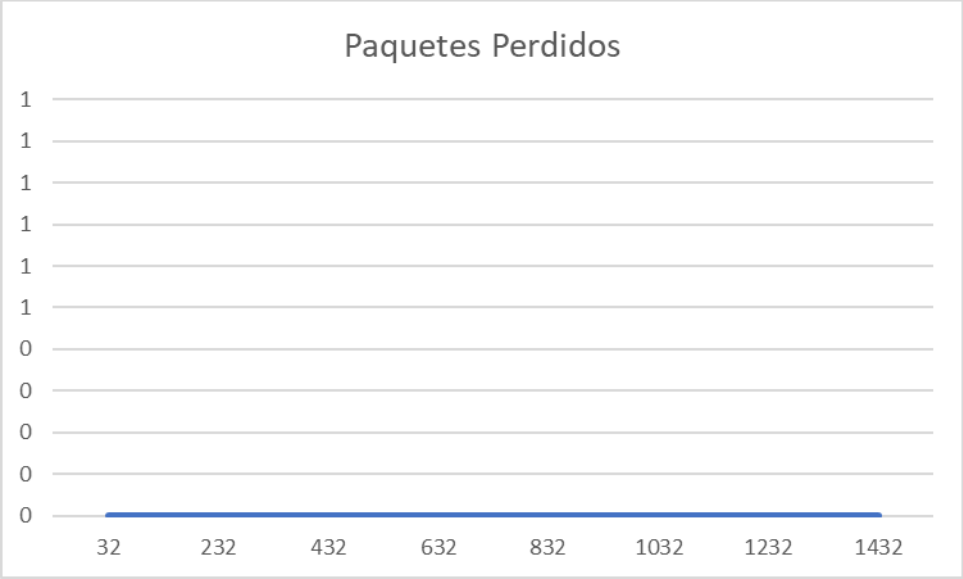

Fig. 50 Resultados de PP en el host L5

Fuente: Elaboración Propia

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 175 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	0.449	0.453	1.469	1.472	2.284	2.286	3.498	3.500	4.514	4.516
232	1.004	1.008	2.016	2.019	3.031	3.035	4.047	4.050	5.062	5.066
432	0.335	0.339	1.341	1.344	2.356	2.360	3.372	3.376	4.387	4.391
632	0.689	0.694	1.700	1.704	2.713	2.717	3.730	3.734	4.745	4.749
832	0.182	0.186	1.199	1.203	2.214	2.219	3.230	3.235	2.246	4.251
1032	1.376	1.382	2.287	2.292	3.403	3.408	4.419	4.424	5.434	5.439
1232	1.666	1.171	2.187	2.193	3.203	3.208	4.218	4.224	5.234	5.240
1432	0.000	0.006	1.005	1.011	2.021	2.026	3.036	3.042	4.052	4.058

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 176 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L5*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	4	3	2	2	2
232	4	3	4	3	4
432	4	3	4	4	4
632	5	4	4	4	4
832	4	4	5	5	5
1032	6	5	5	5	5
1232	5	6	5	6	6
1432	6	6	5	6	6

Fuente: Elaboración Propia

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 177 *Promedio de latencia en el host L5*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	3
232	4
432	4
632	4
832	5
1032	5
1232	6
1432	6

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 178 *Rendimiento por MTU en el host L5*

	RENDIMIENTO							
MTU	**3**	**4**	**4**	**4**	**5**	**5**	**6**	**6**
32	10,67							
232		58,00						
432			108,00					
632				158,00				
832					166,40			
1032						206,40		
1232							205,33	
1432								238,67

Fuente: Elaboración Propia

HOST : L6

USO CPU NORMAL(UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 179 *UCPUN en el host L6*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
1%	1%	1%	1%	1%
3%	4%	2%	3%	2%
2%	1%	3%	1%	3%
3%	2%	1%	2%	1%
1%	3%	2%	1%	4%
3%	2%	3%	3%	3%
2%	3%	1%	2%	2%
1%	1%	3%	4%	1%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal

TABLA 180 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L6*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	1%	3%
Prueba2	1%	4%
Prueba3	1%	3%
Prueba4	1%	4%
Prueba5	1%	4%
PROM total	1%	4%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 1-4 %.

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 181 *UCPM en el host L6*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
3%	2%	3%	2%	2%
7%	3%	4%	3%	13%
4%	2%	3%	2%	2%
2%	5%	3%	3%	8%
11%	2%	7%	2%	4%
2%	3%	10%	5%	2%
3%	2%	3%	2%	3%
2%	2%	2%	3%	2%
3%	10%	7%	2%	6%
2%	2%	2%	8%	5%
3%	2%	3%	5%	2%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

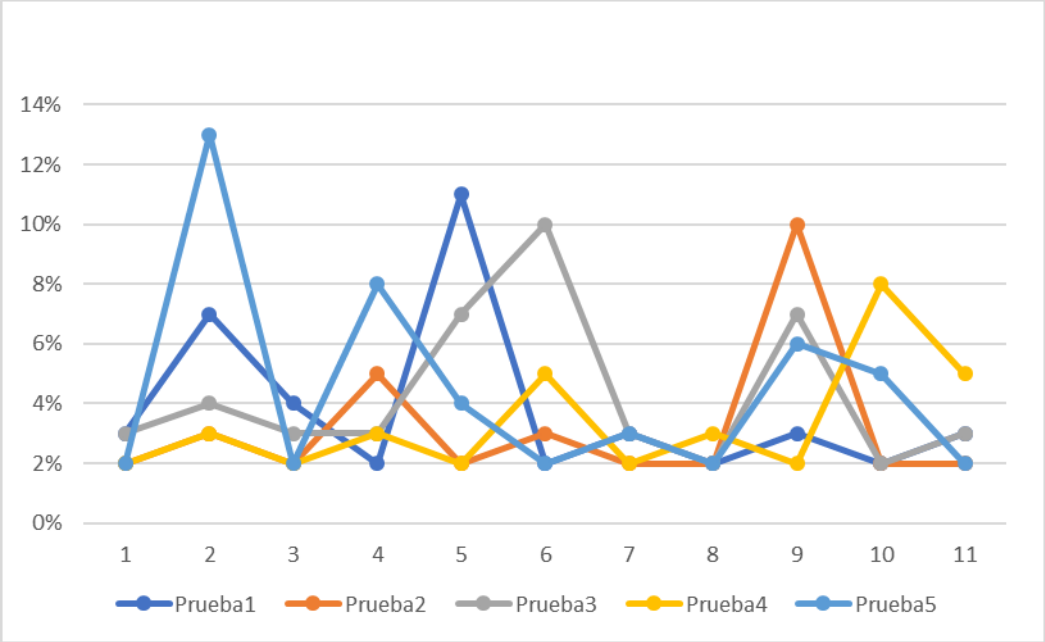

Fig. 51 UCPM en el host L6

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 182 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L6*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	2%	11%
Prueba2	2%	10%
Prueba3	2%	10%
Prueba4	2%	8%
Prueba5	2%	13%
PROM total	2%	10%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es del 2-10%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

TABLA 183 *Rangos del %UCPN y %UCPUM*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	1	2
Max	4	10

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 184 *Resultados del %UCPU en el host* **L6**

Respuesta	Como se puede observar el rango aumento 1% y el rango máximo aumentó 6% del Uso de CPU
Min	1%
Max	6%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU).

TABLA 185 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L6*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 186 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L6*

	PROMEDIO (%)	
MTU	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 187 *Resultados aplicando la fórmula de PP en el host L6*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 188 *Resultados de PP en el host* **L6**

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 52 Resultados de PP en el host L6
Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 189 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	0.645	0.647	1.650	1.653	2.655	2.658	3.666	3.667	4.684	4.686
232	1.076	1.080	2.083	2.085	3.095	3.098	4.113	4.117	5.117	5.120
432	0.224	0.228	1.233	1.237	2.248	2.52	3.254	3.257	4.265	4.268
632	0.741	0.744	1.746	1.750	2.752	2.756	3.757	3.761	4.762	4.766
832	0.000	0.005	1.009	1.014	2.015	2.020	3.033	3.038	4.041	4.045
1032	0.000	0.005	1.006	1.012	2.016	2.022	3.027	3.033	4.033	4.038
1232	0.364	0.371	1.383	1.390	2.400	2.407	3.406	3.414	4.414	4.420
1432	5.340	5.348	6.352	6.359	7.357	7.364	8.365	8.372	9.383	9.390

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

TABLA 190 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L6*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
32	2	3	3	1	2
232	4	2	3	4	3
432	4	4	4	3	3
632	3	4	4	4	4
832	5	5	5	5	4
1032	5	6	6	6	5
1232	6	7	7	8	6
1432	8	7	7	7	7

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 191 *Promedio de latencia en el host L6*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	2
232	3
432	4
632	4
832	5
1032	6
1232	7
1432	7

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 192 *Rendimiento por MTU en el host L6*

	RENDIMIENTO							
MTU	**2**	**3**	**4**	**4**	**5**	**6**	**7**	**7**
32	16,00							
232		77,33						
432			108,00					
632				158,00				
832					166,40			
1032						172,00		
1232							176,00	
1432								204,57

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

HOST: L7

USO CPU NORMAL (UCPUN)

El uso del CPU normal se calculó observando el porcentaje del Uso del CPU en 1 minuto, en el cual se repitió 5 veces para obtener 5 pruebas.

TABLA 193 *UCPUN en el host L7*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
26%	27%	23%	28%	25%
14%	25%	24%	11%	28%
12%	27%	25%	17%	24%
25%	26%	26%	27%	27%
27%	20%	27%	29%	26%
26%	26%	14%	27%	25%
25%	25%	27%	28%	27%
26%	26%	25%	27%	26%
25%	25%	26%	21%	23%
12%	19%	27%	27%	12%
15%	26%	25%	29%	25%
28%	25%	26%	27%	27%
27%	29%	25%	26%	30%
28%	26%	24%	27%	20%
13%	27%	28%	28%	16%
21%	26%	27%	27%	26%
25%	27%	26%	24%	25%
26%	12%	29%	27%	26%
27%	15%	25%	26%	18%
7%	26%	21%	30%	25%
22%	25%	27%	26%	26%
26%	27%	25%	27%	25%
27%	18%	26%	25%	26%
25%	26%	25%	27%	25%
26%	27%	26%	28%	20%
25%	20%	19%	29%	26%
23%	27%	27%	27%	27%
26%	26%	26%	26%	24%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

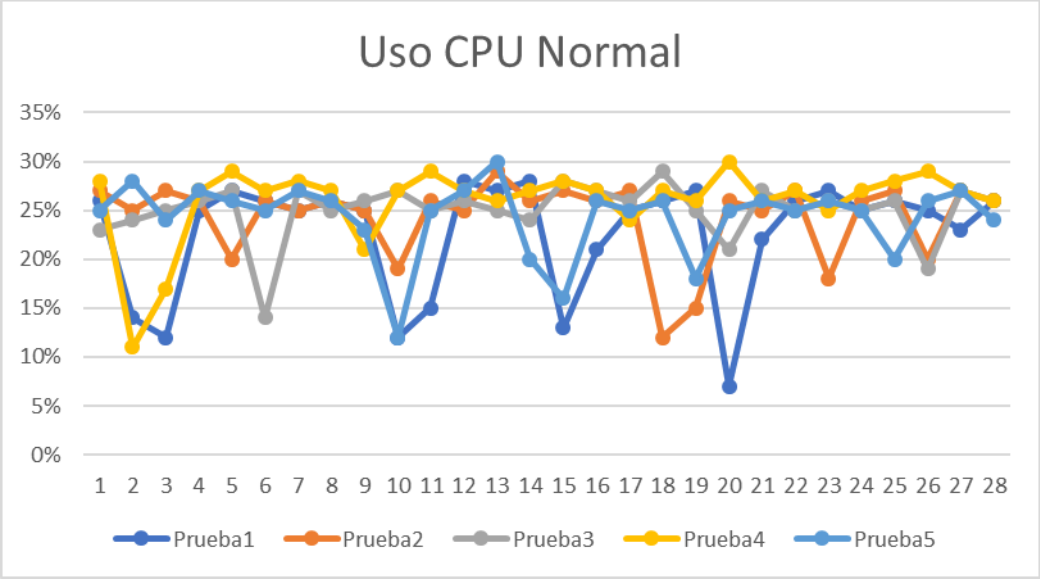

Fig. 53 UCPUN en el host L7

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU normal.

TABLA 194 *Rango del UCPUN en las cinco pruebas del host L7*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	7%	28%
Prueba2	12%	29%
Prueba3	14%	29%
Prueba4	11%	30%
Prueba5	12%	30%
PROM total	11%	29%

Fuente: Elaboración Propia

El rango del uso del CPU es de 11-29%.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

USO CPU CON EL MECANISMO(UCPUM)

Para calcular el porcentaje del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo de transición se realizó haciendo ping a una dirección IPv6 enviándole un MTU de 1432 con una cantidad de paquetes de 60 debido a que se calculaba en 1 minuto. El comando para realizar lo antes mencionado es: ping -l 1432 -n 60 IPDESTINO.

TABLA 195 *UCPM en el host L7*

Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
28%	32%	35%	27%	33%
30%	26%	26%	26%	25%
25%	27%	19%	25%	26%
27%	26%	27%	26%	27%
26%	13%	26%	27%	26%
28%	14%	25%	25%	25%
25%	26%	27%	26%	24%
26%	27%	26%	28%	26%
25%	26%	16%	26%	25%
29%	10%	11%	27%	27%
25%	17%	27%	26%	25%
26%	26%	26%	22%	26%
27%	25%	27%	26%	27%
26%	27%	25%	27%	26%
27%	25%	27%	26%	27%
25%	21%	13%	19%	21%
26%	26%	27%	27%	30%
27%	27%	26%	26%	45%
21%	26%	25%	27%	32%
25%	25%	16%	26%	23%
27%	26%	26%	25%	25%
26%	25%	27%	32%	27%
19%	32%	19%	29%	25%
27%	25%	27%	19%	26%
26%	26%	25%	26%	25%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

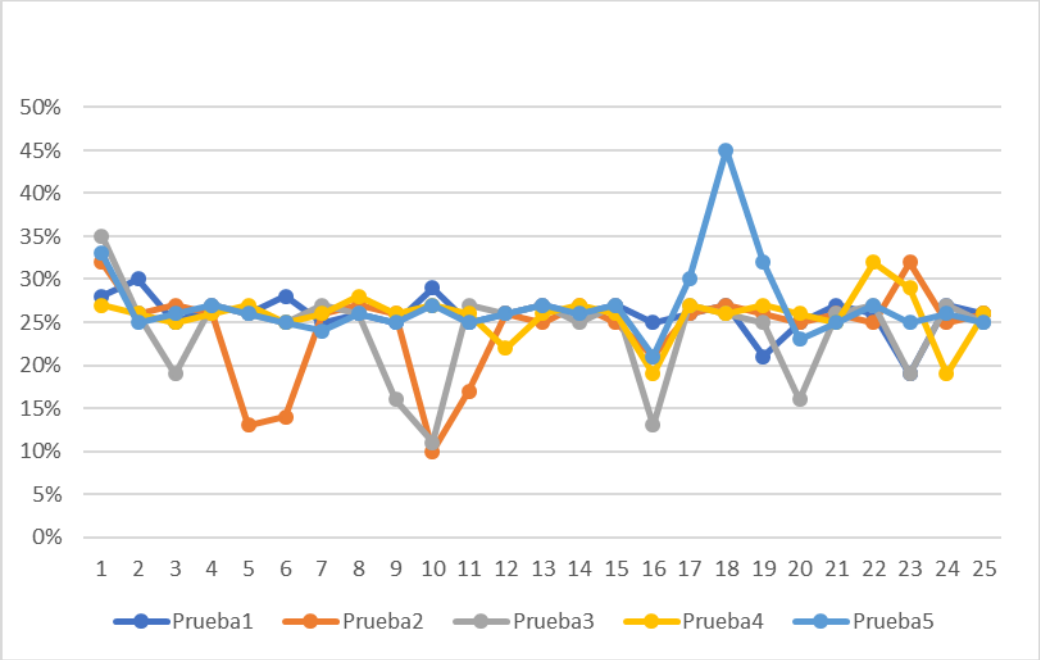

Fig. 54 UCPM en el host L7

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el min y el máximo de cada prueba para después realizar un promedio del min y máx. de las cinco pruebas y así obtener el rango del Uso del CPU haciendo uso del mecanismo.

TABLA 196 *Rango del UCPUM en las cinco pruebas del host L7*

PRUEBA	MIN	MAX
Prueba1	19%	30%
Prueba2	10%	32%
Prueba3	11%	35%
Prueba4	19%	32%
Prueba5	21%	45%
PROM total	16%	35%

Fuente: Elaboración Propia

El rango es de 16-35%.

Como ya se obtuvo el rango del uso del CPU se resta el mínimo y el máximo para saber en cuanto varió.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 197 *Rangos del %UCPN y %UCPUM -L7*

	%USOCPUN	%USOCPUM
Min	11%	16%
Max	29%	35%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 198 *Resultados del %UCPU en el host L7*

Respuesta	Como se puede observar el rango de inicio aumentó 5% y el rango máximo aumentó 6% del Uso de CPU
Min	5%
Max	6%

Fuente: Elaboración Propia

PÉRDIDA DE PAQUETES

Para calcular la pérdida de paquetes se hizo uso de CMD observando el porcentaje de paquetes perdidos (PP) y paquetes recibidos (PR) según la Unidad Máxima de Transferencia (MTU)

TABLA 199 *PP y PR de las cinco pruebas en el host L7*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR	PP	PR
32	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
632	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
832	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1032	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1232	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
1432	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Luego se calculó el promedio de paquetes perdidos y paquetes recibidos en las cinco pruebas.

TABLA 200 *Promedio de PP y PR por MTU en el host L7*

	PROMEDIO(%)	
MTU	PP	PR
32	0	5
232	0	5
432	0	5
632	0	5
832	0	5
1032	0	5
1232	0	5
1432	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Después que se obtuvo las variables PP y PR se aplica la fórmula PP/PR. Los resultados son los siguientes:

TABLA 201 *Resultados aplicando la formula de PP en el host L7*

MTU	PP
32	0
232	0
432	0
632	0
832	0
1032	0
1232	0
1432	0

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 202 *Resultados de PP en el host L7*

PP	0%
RPTA	La pérdida de paquetes es de 0%

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

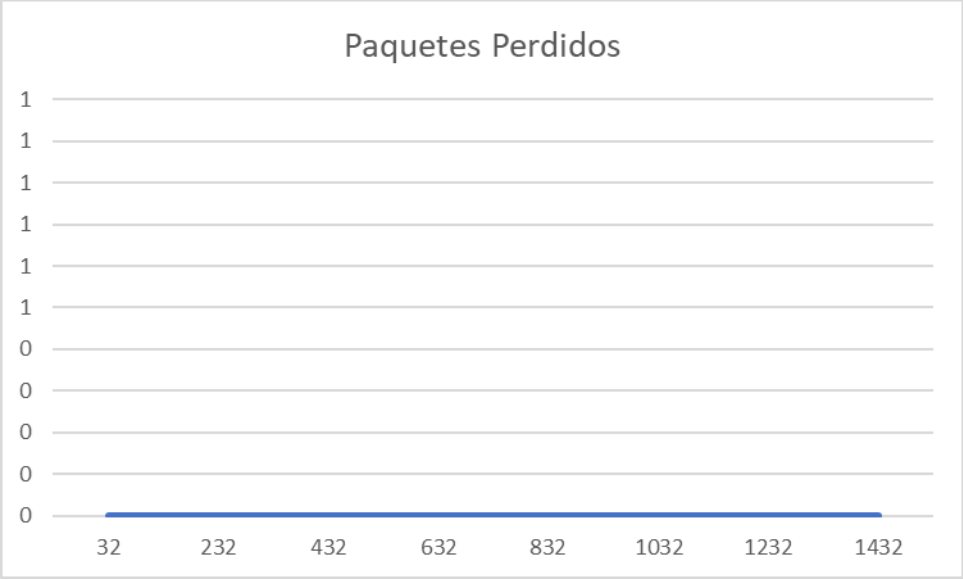

Fig. 55 Resultados de PP en el host L7

Fuente: Elaboración Propia

LATENCIA

Este indicador se realizó enviando 5 paquetes por cada MTU haciendo uso del siguiente comando en CMD : ping -l MTU -n 5 IPDESTINO. Donde MTU es el tamaño del paquete que se transmite. Como resultado de ejecutar este comando muestra la latencia.

Para saber cómo se obtiene esos milisegundos. Se hizo uso de Wireshark el cual permite capturar los paquetes que se envían por la red. El cual se puede observar cual es el tiempo que demora el enviar el paquete. El campo **T.I:** Tiempo de ida, el cual se obtiene cuando es un Echo Request y **T.V** :Tiempo de vuelta cuando se hace un Echo Reply.

TABLA 203 *T.I y T.V por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L7*

	Prueba1		Prueba2		Prueba3		Prueba4		Prueba5	
MTU	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V	T.I	T.V
32	1.648	1.649	2.655	2.656	3.669	3.671	4.683	4.685	5.697	5.699
232	0.792	0.793	1.800	1.801	2.814	2.815	3.828	3.829	4.842	4.843
432	0.007	0.008	1.011	1.012	2.025	2.026	3.039	3.040	4.053	4.054
632	0.539	0.541	1.541	1.542	2.554	2.556	3.568	3.570	4.582	4.584
832	1.423	1.425	2.433	2.435	3.447	3.448	4.445	4.447	5.443	5.445
1032	0.614	0.616	1.611	1.613	2.610	2.612	3.608	3.610	4.606	4.609
1232	1.147	1.149	2.134	2.136	3.132	3.134	4.130	4.133	5.129	5.131
1432	0.486	0.489	1.485	1.488	2.484	2.486	3.482	3.484	4.480	4.483

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para saber cuál es la latencia se resta el tiempo de vuelta menos el tiempo de ida y así sabemos cuánto demoró el paquete en enviarse.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA 204 *Latencia por MTU con las cinco pruebas realizadas en el host L7*

	LATENCIA por MTU (ms)				
MTU	**Prueba1**	**Prueba2**	**Prueba3**	**Prueba4**	**Prueba5**
32	1	1	2	2	2
232	1	1	1	1	1
432	1	1	1	1	1
632	2	1	2	2	2
832	2	2	1	2	2
1032	2	2	2	2	3
1232	2	2	2	3	2
1432	3	3	2	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Como ya se obtuvo la latencia y se realizó cinco pruebas se calculará un promedio para saber la latencia por MTU.

TABLA 205 *Promedio de latencia en el host L7*

MTU	PROMEDIO DE LATENCIA (ms)
32	2
232	1
432	1
632	2
832	2
1032	2
1232	2
1432	3

Fuente: Elaboración Propia

RENDIMIENTO

Luego que ya se obtiene la latencia por MTU, se aplica la fórmula de rendimiento: Tpqte/latencia. Por lo tanto, se deduce que, si la latencia es elevada, el rendimiento de la red se ve afectada.

TABLA 206 *Rendimiento por MTU en el host L7*

	RENDIMIENTO							
MTU	**2**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**
32	16,00							
232		232,00						
432			432,00					
632				316,00				
832					416,00			
1032						516,00		
1232							616,00	
1432								477,33

Fuente: Elaboración Propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe