

Evaluación y Mejora de Prestaciones en
un Sistema en Red. Técnicas y
Procedimientos de Medida.

TEMA 73 (62 SAI*)

En SAI no se incluyen los apartados de “Técnicas y Procedimientos de Medida.”.

ABACUS NT

Índice

- 1. Introducción**
- 2. Rendimiento de la red**
 - 2.1. Fiabilidad de una red**
 - 2.2. Eficiencia de una red (Ethernet)**
 - 2.3. Evaluación de las prestaciones.**
 - 2.3.1. Etapas de la evaluación de un sistema
 - 2.3.2. Técnicas de evaluación
 - 2.3.3. Selección de métricas
- 3. Técnicas de evaluación de la red**
 - 3.1. Técnicas analíticas**
 - 3.1.1. Teoría de colas
 - 3.1.2. Teoría de probabilidades
 - 3.2. Técnicas de simulación**
 - 3.2.1. Tipos de modelo de simulación
 - 3.2.2. Propósitos de una simulación
 - 3.2.3. Software de simulación
- 4. Procedimientos de medidas del rendimiento**
 - 4.1. Monitorización del sistema**
 - 4.2. Monitores de red**
 - 4.3. Benchmark**
 - 4.4. Presentación de los resultados**
- 5. Conclusión.**
 - 5.1. Relación con el Currículo**
- 6. Bibliografía**

1. Introducción

Se puede conseguir un enlace de comunicaciones punto a punto con un considerable grado de confianza en que la circuitería del enlace y los protocolos cumplirán los objetivos de diseño. Sin embargo, algo más complejo resulta evaluar y mejorar el rendimiento de una red.

El principal problema de la medida de prestaciones de los sistemas informáticos radica en la variabilidad de la carga real de estos sistemas.

Los elementos que influyen sobre las prestaciones de un sistema informático se pueden dividir en hardware, que es la parte física del ordenador y otros elementos del sistema en red, y software, que es la parte lógica, integrada por el sistema operativo, protocolos, servicios de red, aplicaciones de usuario, etc.

2. Rendimiento de la red

En el ámbito de una red podemos definir el rendimiento como: "**Cantidad de información útil que la red es capaz de transportar en relación con la cantidad de bits transportados realmente**".

Por otra parte, podemos evaluar el rendimiento de la línea dividiendo el número de bits de información recibidos correctamente por el tiempo empleado en la transmisión),

Para ellos deben tenerse en cuenta varios **factores**, entre los que se incluyen:

- a) Velocidad de transmisión de datos.
- b) Tamaño de bloque de transmisión.
- c) Sobrecargas en los bloques y otros factores del protocolo.
- d) Tasa de errores en la línea.
- e) Número de bloques que deben retransmitirse cuando hay un error.
- f) Retrasos en la inversión y en el rendimiento de los módems.
- g) Retrasos y limitaciones en los circuitos de interfaz ordenador/terminal.
- h) Retrasos introducidos por el software de los ordenadores principales.
- i) Características de la transacción.

Una red de enlaces se ve afectada por todas las incertidumbres relativas a las prestaciones de cada enlace punto a punto y muchas otras provocadas por factores, como las técnicas de sondeo en la red multipunto, los retrasos en los nodos de almacenamiento y transmisión, diferentes caminos a través de la red, averías parciales en la red y congestiones en las redes de conmutación de mensajes y de conmutación de paquetes.

El **diseño de redes de área extensa** requiere un análisis del rendimiento de la red, de los tiempos de respuesta y de la disponibilidad para predecir el comportamiento en situaciones inciertas y altamente complejas. Como ayuda a este análisis, pueden emplearse muchos procedimientos de simulación y analíticos, incluida la teoría de colas.

La topología de una red de área extensa construida a partir de enlaces punto a punto entre nodos conmutados/multiplexados puede adoptar muchas formas, debido al enorme número de combinaciones entre la velocidad y la conectividad del enlace, incluso para redes de pequeño tamaño (unos 10 nodos).

Obviamente, hay una combinación óptima de enlaces que minimiza los costes anuales de las líneas, y hay algoritmos para llevar a cabo esta optimización topológica.

Las **redes de área local** pueden ser de muchas formas y la elección puede ser una tarea desconcertante. Los datos de los fabricantes pueden ser difíciles de comparar y, en muchos casos, la información relativa a rendimientos y retrasos puede no estar disponible para una red del tamaño y la finalidad necesarios.

La capacidad de las redes para **continuar funcionando como algunos de sus componentes falla es en ocasiones de vital importancia**. Puede ser aceptable que un usuario pierda ocasionalmente el servicio de comunicaciones, pero no debe darse el caso de que un gran número de usuarios de la red quede sin servicio simultáneamente. Por ello, el impacto de los fallos de los componentes de la red debe estar cuantificado y puede ser necesario habilitar líneas redundantes para cumplir con los requisitos de disponibilidad de la red. Existen técnicas de análisis de fiabilidad y disponibilidad para las partes componentes y para la red como un todo.

2.1. Fiabilidad de una red

Definimos la fiabilidad como la probabilidad de que este opere dentro de sus especificaciones.

Una forma usual de indicar la fiabilidad de un sistema es proporcionar el tiempo medio entre fallos (**MTBF** mean time between fails) y se puede calcular a partir de los cálculos estadísticos de fallos reales, recopilados durante un periodo de tiempo de suficiente extensión.

Por otro lado, para calcular la **disponibilidad** (porcentaje de tiempo operativo) necesitamos conocer también el tiempo medio requerido para la reparación (**MTTR** mean time to repair).

De esta forma podemos calcular:

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

2.2. Eficiencia de una red (Ethernet)

Para calcular la eficiencia de una red LAN Ethernet, necesitamos conocer:

- P: número de bits de datos en un paquete.
- H: Número de bits en la cabecera de dicho paquete.
- C: Capacidad del canal
- S: Slots de espera antes de transmitir (media)

- T: duración de un slot (en segundos)

De esta forma podemos calcular la eficiencia como:

$$E = ((P+H)/C) / (((P+H)/C) + (S*T))$$

2.3. Evaluación de las prestaciones.

2.3.1. Etapas de la evaluación de un sistema

Las redes de ordenadores son sistemas complejos con multitud de nodos y multitud de servicios, por lo que su evaluación depende de múltiples elementos que se conectan entre sí, por lo que es necesario establecer un procedimiento detallado para su evaluación. Debemos considerar los siguientes pasos:

- Concretar los objetivos de la medición (dimensionamiento para el diseño del sistema, solución a un problema de rendimiento, etc.)
- Acotar la extensión del sistema a evaluar: Qué se va a medir, por ejemplo Cantidad de trabajo útil por unidad de tiempo, Tiempo de respuesta, Tasa de utilización, Disponibilidad, fiabilidad, etc.
- Escoger las métricas que se van a usar
- Seleccionar los factores que se van a estudiar
- Seleccionar la carga de trabajo
- Seleccionar las técnicas de evaluación: simulación o medición de un sistema real
- Diseño de experimentos
- Analizar e interpretar los resultados de la medición
- Publicación de los resultados.

2.3.2. Técnicas de evaluación

Monitorización

Se utilizan herramientas software de medición gracias a las cuales es posible seguir el comportamiento de los factores o parámetros característicos de un sistema real sometido a una carga de trabajo concreta.

Modelado

Cuando se trata de evaluar un sistema incompleto o que no se ha construido aún, hace falta construir un modelo del mismo. El fundamento normal del modelado es la teoría de colas, bien individualmente, o bien formando redes. Se trabaja intentando resolver con fórmulas y algoritmos que intentan aproximarse a las ecuaciones reales que determinan el comportamiento del sistema. Una vez construido el modelo analítico se obtienen resultados con bastante rapidez, pero no son tan válidos como los resultados de la monitorización.

Simulación

Se construye un programa con lenguajes como Simula, que intenta reproducir el previsible comportamiento de un sistema. La elaboración del programa suele llevar mucho tiempo, pero permite efectuar mediciones sobre sistemas inexistentes.

Benchmarking

Método bastante frecuente y barato que se utiliza para comparar sistemas informáticos bajo una carga tipo.

2.3.3. Selección de métricas

Las métricas son los criterios para la evaluación de prestaciones que se van a aplicar en un proceso de medición de un sistema. Suelen ser de alguno de los tres tipos siguientes:

- **Métricas de velocidad:** productividad, tiempo de respuesta, utilización de un recurso, etc.
- **Métricas de fiabilidad:** miden la posibilidad de que la respuesta dada por el sistema a una petición sea la correcta.
- **Métricas de disponibilidad:** miden la posibilidad de que el sistema no responda a una petición.

3. Técnicas de evaluación de la red

Existen dos técnicas distintas para la evaluación del rendimiento de una red de datos: técnicas analíticas y técnicas de simulación.

Con estas técnicas se puede medir el rendimiento en función de la carga de trabajo de la red en un momento determinado; también se puede ver como varía este rendimiento en función del cambio de cualquier parámetro o elemento de la red. Sin embargo ambas técnicas presentan sus propias ventajas e inconvenientes.

3.1. Técnicas analíticas

Partiendo de una serie de mediciones en una red en funcionamiento se aplican una serie de reglas y cálculos matemáticos para analizar su rendimiento.

Las ventajas que presentan estas técnicas son principalmente la exactitud, precisión y calidad de los resultados obtenidos. Sin embargo, la formulación del análisis es complejo y está basado en hipótesis que pueden estar mal definidas.

Las herramientas analíticas más utilizadas son:

- Teoría de colas
- Teoría de probabilidades

3.1.1. Teoría de colas

La teoría de colas es el estudio matemático de las colas o líneas de espera dentro de un sistema. Esta teoría estudia factores como el tiempo de espera medio en las colas o la capacidad de trabajo del sistema sin que llegue a colapsar.

la teoría de colas permite modelar sistemas en los que varios agentes que demandan cierto servicio o prestación, confluyen en un mismo servidor y, por lo tanto, pueden registrarse esperas desde que un agente llega al sistema y el servidor atiende sus demandas. En este sentido, la teoría es muy útil para modelar procesos tales como la congestión de la red.

Las situaciones de espera dentro de una red son frecuentes. Así, por ejemplo, los procesos enviados a un servidor para su ejecución forman colas de espera mientras no son atendidos; la información solicitada, a través de Internet, a un servidor Web puede recibirse con demora debido a la congestión en la red; también se puede recibir la señal de línea de la que depende nuestro teléfono móvil ocupada si la central está colapsada en ese momento, etc.

Las colas se forman debido a un **desequilibrio temporal** entre la demanda del servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo.

En general, también podemos considerar la transmisión de información dentro de la red haciendo uso de la teoría de colas debido al funcionamiento intrínseco de esta: las comunicaciones entre ordenadores se producen mediante el envío de paquetes de datos en serie, que por tanto forman una cola tanto en la emisión como en la recepción.

Objetivos de la teoría de colas:

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza su coste.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en su coste total.
- Establecer un balance equilibrado (“óptimo”) entre las consideraciones cuantitativas de costes y las cualitativas de servicio.
- Prestar atención al tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera.

3.1.2. Teoría de probabilidades

La teoría de la probabilidad es una rama de la estadística que estudia los fenómenos aleatorios y estocásticos (no deterministas).

Mediante la realización de pruebas estocásticas podemos extraer un modelo matemático que informe de una regularidad estadística en los resultados.

En los procesos reales que se modelizan mediante distribuciones de probabilidad corresponden a modelos complejos donde no se conocen a priori todos los parámetros o variables que intervienen; ésta es una de las razones por las cuales la estadística, que busca determinar estas variables, no se reduce inmediatamente a la teoría de la probabilidad en sí.

Estas variables aleatorias son el resultado de funciones que atribuyen un valor real a cada uno de los posibles resultados de un experimento estocástico.

Dependiendo de su naturaleza, tenemos dos tipos de variables:

- Variables aleatorias continuas
- Variables aleatorias discretas

Cálculo de la probabilidad

Como se ha adelantado anteriormente la definición axiomática de probabilidad es una extensión de la teoría de la medida, en la que se introducen la noción de independencia relativa. Este enfoque permite reproducir los resultados de la teoría clásica de la probabilidad además de resultados nuevos referidos a la convergencia de variables aleatorias. Además de los procesos estocásticos y las ecuaciones diferenciales estocásticas.

Dentro del enfoque axiomático es posible demostrar que la ley débil de los grandes números implica que se cumplirá que:

$$\text{Prob} \left(\left| \frac{S_n - \mathbb{E}(S_n)}{n} \right| \geq \epsilon \right) \leq \frac{\text{Var}(S_n)}{n^2 \epsilon^2} \rightarrow 0$$

Esto permite justificar rigurosamente la ecuación (1) suponiendo que:

$$S_n = X_1 + \cdots + X_n, \quad \mathbb{E}(S_n) = np \quad X_i \in \{0, 1\}$$

Donde se interpreta $X_i = 1$ con probabilidad p y que $X_i = 0$ con probabilidad $1-p$.

Por otro lado, una variable aleatoria es una función medible

$$X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

que da un valor numérico a cada suceso elemental $\omega \in \Omega$.

Probabilidad discreta

Este tipo de probabilidad, es aquel que puede tomar sólo ciertos valores diferentes que son el resultado de la cuenta de alguna característica de interés. Más exactamente, un problema de probabilidad discreta es un problema definido por un conjunto de variables aleatorias que sólo pueden tomar un conjunto finito o infinito numerable de valores diferentes:

$$\text{card}[X(\Omega)] \leq \aleph_0$$

donde:

$\text{card}[\cdot]$ designa el número de elementos de un conjunto (cardinal) y,

$X(\Omega) = \{x \in \mathbb{R} | \exists \omega \in \Omega : x = X(\omega)\}$, es el conjunto de todos los posibles valores que toma la variable.

Probabilidad continua

Un problema de probabilidad continua es uno en el que aparecen variables aleatorias capaces de tomar valores en algún intervalo de números reales (y por tanto asumir un conjunto no numerable de valores), por lo que continuando con la notación anterior:

$$\text{card}[X(\Omega)] = \aleph_1 > \aleph_0$$

Función de distribución de probabilidad

La distribución de probabilidad se puede definir para cualquier variable aleatoria X , ya sea de tipo continuo o discreto, mediante la siguiente relación:

$$F_X(x) = \text{Prob}(X \leq x) = \mu_P\{\omega \in \Omega | X(\omega) \leq x\}$$

Para una variable aleatoria discreta esta función no es continua sino constante a tramos (siendo continua por la derecha pero no por la izquierda). Para una variable aleatoria general la función de distribución puede descomponerse en una parte continua y una parte discreta:

$$F_X(x) = F_X^c(x) + F_X^d(x)$$

Dónde $F_X^c(x)$ es una función absolutamente continua y $F_X^d(x)$ es una función constante a tramos.

Función de densidad de probabilidad

La función de densidad, o densidad de probabilidad de una variable aleatoria absolutamente continua, es una función a partir de la cual se obtiene la probabilidad de cada valor que toma la variable definida como:

$$f_X(x) = \frac{dF_x(x)}{dx}$$

Procesos estocásticos

Un proceso estocástico es una función aleatoria cuyo valor está en función del tiempo.

Podemos distinguir distintos tipos de procesos estocásticos:

Procesos regenerativos

Tienen la propiedad de regenerarse probabilísticamente, es decir, existen instantes de tiempo en los que el proceso estocástico vuelve probabilísticamente a un estado ya asumido anteriormente.

Cadenas de Markov

Existe una dependencia estrecha entre las variables aleatorias del proceso estocástico, de manera que los valores de las variables en cualquier instante futuro dependen sólo del valor actual del proceso.

Procesos de nacimiento y muerte

Modelan alteraciones en una población (la totalidad de los paquetes presentes en una red local puede ser considerada la población de la red, por ejemplo)

Proceso de Poisson

Es un proceso de nacimiento puro con tasa de nacimiento constante.

3.2. Técnicas de simulación

La simulación por computadora es actualmente una de las estrategias más poderosa de las que dispone la ciencia para predecir sucesos en sistemas con un alto grado de complejidad; es una de las herramientas más precisas para determinar el comportamiento de un sistema deseado.

Entre otras, En palabras de Robert E. Shannon ():

Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir el experimento con este modelo con el propósito de entender su comportamiento o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el mismo.

3.2.1. Tipos de modelo de simulación

Existen varias características con base en las cuales podemos clasificar las simulaciones. Algunas de estas posibles clasificaciones son:

- Simulación estática: Es la representación de un sistema en un tiempo determinado.
- Simulación dinámica: Es la representación de un sistema cuando evoluciona con el tiempo.
- Simulación determinista: Es la representación de un sistema que no contiene absolutamente ninguna variable aleatoria.
- Simulación aleatoria: Es la representación de un sistema que contendrá variables aleatorias.
- Simulación continua: Es la representación de un sistema cuyo comportamiento cambia de forma continua en el tiempo.
- Simulación discreta: Es la representación de un sistema cuyo comportamiento cambia únicamente en instantes de tiempos concretos.

3.2.2. Propósitos de una simulación

- Comparación: En la simulación comparativa determinamos cuándo una opción es mejor que otra.
- Predicción: En la simulación predictiva nos interesamos por los resultados absolutos finales, no por las comparaciones.
- Análisis: Pueden ser simuladores de apoyo a las operaciones o bien aquellos que evalúan la efectividad o capacidad específica de una fuerza, su entrenamiento u operación.
- Prueba y evaluación: Básicamente se utiliza para las pruebas totales o parciales de un sistema.
- Investigación y desarrollo: Se centra en el análisis de los sistemas y su desarrollo; la simulación investigativa indica factores que afectan el flujo de entidades en el sistema pero no requiere de respuestas precisas, por lo que la calidad de los datos de entrada no es crítica.

3.2.3. Software de simulación

Los simuladores de red crean modelos donde las operaciones de un sistema actuarán como una secuencia de eventos, y a medida que cambie el tiempo, el estado del sistema también se modificará. Otros simuladores también pueden actuar como emuladores. Esto significa que puede conectarlos a una red en vivo. Después de que un simulador se ha conectado a una red en vivo, recibirá información del tráfico de la red entrante y permitirá que el especialista la analice en detalle.

CISCO Packet Tracer

Packet Tracer es una herramienta de simulación visual multiplataforma desarrollada por Cisco Systems. Le ofrece la oportunidad de crear topologías de red e imitar las redes informáticas modernas. Puede beneficiarse de este software porque le permite simular la configuración de los routers y comutadores Cisco con la ayuda de una interfaz de línea simulada.

Puede utilizar su interfaz de usuario de arrastrar y soltar, que le permite añadir y eliminar dispositivos simulados como desee. Este software está dirigido principalmente a estudiantes certificados de Cisco Network Associate Academy, y pueden utilizarlo como una herramienta educativa para aprender los conceptos iniciales de CCNA.

NetSim

NetSim es un gran software de simulación de redes para modelado y simulación de protocolos, investigación y desarrollo de redes y aplicaciones de defensa. Le permite analizar sistemas informáticos con una profundidad, potencia y flexibilidad inigualables.

La herramienta incluye el código fuente C, y le proporciona la capacidad de realizar las siguientes acciones:

- Puede diseñar nuevas tecnologías y protocolos, y también puede evaluar los cambios en los existentes.
- Puede probar y demostrar modelos en escenarios de realidades.

- Puede optimizar el protocolo y el rendimiento de la aplicación.
- Puede estudiar el efecto de los dispositivos reales y transmitir tráfico en vivo usando el Emulador NetSim. El emulador combina el mundo real y el virtual para desarrollar escenarios que no se pueden conseguir en un entorno de laboratorio.

CISCO Boson NetSim

Promete ser el software de simulación de red de Cisco más potente y versátil disponible para los profesionales de TI que buscan la certificación CCNA. En realidad, la herramienta simula el tráfico de red de una red real en una red simulada que los usuarios pueden diseñar por sí mismos.

La herramienta proporciona a los usuarios la ventaja de conectar sus dispositivos a través de WANs simuladas sin necesidad de un costoso equipo ISP, además de contar con soporte para direccionamiento IPv6

CISCO VIRL

Cisco Virtual Internet Routing Lab es una robusta plataforma de virtualización y orquestación de red que permite el desarrollo de modelos altamente precisos de sistemas ya existentes o previamente planificados.

Con esta herramienta, los equipos de TI y las personas podrán diseñar, construir, visualizar, solucionar problemas y lanzar simulaciones de dispositivos de Cisco y de terceros en un entorno virtual. Entonces también podrán crear modelos y escenarios de redes reales y futuras.

Las imágenes virtuales incluidas en VIRL PE utilizarán el mismo código de software Cisco IOS que se utiliza en los routers y switches compilados para ejecutarse en el hipervisor. Esto proporciona a los profesionales de TI y a los estudiantes una herramienta para ayudarles a aprender sobre redes y a estudiar para obtener certificaciones de Cisco en un entorno virtual seguro.

4. Procedimientos de medidas del rendimiento

4.1. Monitorización del sistema

Monitorizar un sistema consiste en recoger información de su funcionamiento mientras está atendiendo a sus usuarios. La medición permitirá conocer cómo se usan los recursos del sistema, con el fin de evaluar su comportamiento, controlar su uso y planificar la adición de nuevos recursos. Existen básicamente dos técnicas para realizar las mediciones:

Detección de acontecimientos

Detecta cuando se producen cambios de estado en el sistema. Conforme van ocurriendo los eventos que han de medirse, se transfiere el control a una rutina de tratamiento que almacena dicho evento en el disco para su procesado posterior. Este es el funcionamiento que siguen la mayoría de los archivos de LOG o "logs", los cuales no son otra cosa que archivos de texto con información sobre los eventos que se recogen del funcionamiento de una determinada aplicación o del propio sistema

operativo, así como la hora y fecha en la que pasó el evento, estado del sistema en ese momento, etc. Un ejemplo es el **Visor de sucesos de Windows**, a partir del cual se pueden supervisar los sucesos registrados en los registros de aplicación, de seguridad y del sistema. Pudiendo de esta forma detectar problemas del hardware, el software, de seguridad o del sistema. Además se puede configurar para realizar auditorías sobre recursos o usuarios, eventos en servidores como IIS o DNS, etc.

Muestreo

Se trata de una técnica que toma un conjunto de muestras sobre un parámetro que se desea medir. Se usa un temporizador interno cuyo vencimiento provoca la ejecución del monitor con el fin de extraer los datos requeridos. Por ejemplo en Windows 10 (y Windows Server) incluye la herramienta **Monitor de Rendimiento** que permite muestrear parámetros como el uso del procesador, las páginas por segundo de la memoria, o la velocidad de un interfaz de red entre otros, cada un intervalo de tiempo determinado.

En Unix/Linux existen herramientas en modo comando con las que se pueden realizar scripts para el muestreo de algún parámetro, algunas son ps (procesos que se están ejecutando y el consumo de CPU), iostat (sistema de E/S), uptime/ruptime (carga media del sistema), vmstat, uptime, sar, etc.

4.2. Monitores de red

Permiten realizar un análisis de las prestaciones del sistema, permitiendo detectar cuellos de botella y prestaciones insuficientes. Además, ayudan a detectar y reparar problemas en la red, y los efectos producidos por variaciones en los parámetros de configuración. Existen dos tipos:

Centralizados (sniffers)

Se usan en redes de difusión, monitorizan la red pasivamente sin intervenir en su funcionamiento.

Distribuidos

Cuentan con dos partes, por un lado los servidores de información que se instalan en todos los elementos de la red y que recaban información sobre el funcionamiento de los nodos, y por otra parte el cliente, que se conecta a los servidores requiriéndoles la información que se esté monitorizando. Es el sistema seguido por el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol), en éste los agentes SNMP se ejecutan en los equipos, nodos de red, etc. recabando información en una pequeña base de datos denominada MIB (Management Information Base).

4.3. Benchmark

Los benchmark son bancos de pruebas en los que se simula una carga genérica a partir de una selección de programas estándar.

Permiten comparar diferentes sistemas, con el fin de servir de información de apoyo de cara a decisiones de adquisición o ampliación de sistemas, así como ayudar en el proceso de mejora de prestaciones de un sistema.

Un ejemplo es **SYSmark32** que evalúa el rendimiento de sistemas informáticos ejecutando aplicaciones usuales de ofimática.

4.4. Presentación de los resultados

Es de vital importancia, ya que de ella depende la correcta interpretación de los datos por parte de las personas encargadas de su análisis y, en su caso, de la pertinente toma de decisiones.

Los más usados son los histogramas y gráficos que representan la evolución de una o más variables respecto a otra variable independiente que suele ser el tiempo.

Para representar gráficamente el solapamiento en la utilización de los recursos se suelen utilizar **Diagramas de Gantt**

Se ha de minimizar el esfuerzo por parte del lector, facilitando la comprensión de los datos y evitando la ambigüedad, seleccionando adecuadamente el tipo de gráfico, y utilizando únicamente los elementos multimedia que faciliten la comprensión, sin caer en la sobrecarga de estos elementos.

5. Conclusión.

Cuando se trabaja con redes es de suma importancia conocer la manera en cómo se están comunicando los datos, para de esta manera realizar un análisis que permita determinar la calidad del enlace de comunicaciones. Para esto es necesario analizar el comportamiento de la red y de esta manera estimar su rendimiento, debido a que una red mal configurada o con un pobre rendimiento puede ocasionar grandes pérdidas de tiempo, bajas en la productividad, etc en sistemas de comunicaciones de gran tamaño.

Para poder resolver problemas que se puedan presentar es necesario conocer a profundidad todos los parámetros de la red en cuestión además de realizar un monitoreo de la misma para poder detectar cualquier anomalía, con estas herramientas se puede hacer un diagnóstico acertado de cualquier tipo de eventualidad para poder corregirla a tiempo.

Así mismo, el tipo de red determinara la rata de transmisión a la cual los paquetes son enviados, y por lo tanto es importante conocer cuál es la eficiencia de estos tipos de redes.

5.1. Relación con el Currículo

- 4º ESO – Tecnología de la Información y la Comunicación Bachillerato – Tecnologías de la Información y la Comunicación II (PES)
- GM-SMR- Seguridad Informática (PES)
- GM – SMR – Sistemas Operativos en Red GM – SMR – Servicios en Red (PES/SAI)
- GS – ASIR – Seguridad y Alta Disponibilidad GS – ASIR – Servicios de Red e Internet (PES)

- GS – ASIR – Planificación y Administración de Redes (PES)

6. Bibliografía

- Alberto León-García, Indra Widjaja; "**Redes de Comunicación**". Primera edición. 2001. Ed. Me Graw Hill
- William Stallings.; "**Comunicaciones y Redes de Computadores**". sexta edición. Ed. Prentice-Hall. 2000.
- Andrew S. Tanenbaum; "**Redes de computadores**". Ed. Prentice-Hall. 2003.
- Kurose, James; Ross, Heith; "**Redes de computadoras: un enfoque descendente**" Ed. Pearson 2017
- https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_colas
- https://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_probabilidad

