

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 709**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2013** **PCT/EP2013/058629**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014** **WO14173449**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2013** **E 13720862 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 2989753**

54 Título: **Prueba de equipos de comunicaciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.10.2018

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
GROSSO, RENATO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 687 709 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Prueba de equipos de comunicaciones

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de prueba de equipos de comunicaciones y a un aparato de prueba configurado para probar equipos de comunicaciones.

10 Antecedentes

Algunos equipos de comunicaciones pueden operar en más de un modo de gestión de potencia. El modo de gestión de potencia determina el consumo de potencia, y se selecciona para reducir el consumo de potencia. Como se menciona en el documento ATIS-0600015.02.2009, para equipos de transporte, la eficiencia energética se puede determinar a partir del consumo de potencia según:

Relación de Eficiencia Energética de Telecomunicaciones (TEER) = Caudal de datos/consumo de potencia

El consumo de potencia del equipo de comunicaciones se puede probar a diferentes cargas de tráfico, por ejemplo, tres cargas de tráfico diferentes. Por ejemplo, el consumo de potencia se mide por separado cuando el equipo está manejando una carga de tráfico del 100%, 50% y 0% de un caudal máximo. Se puede calcular un promedio de diferentes niveles.

Esta medida de eficiencia energética considera solamente cargas de tráfico discretas particulares, por ejemplo, solamente tres cargas de tráfico diferentes. De esta manera, las pruebas no replican por completo las condiciones que se asemejan mucho a los flujos de tráfico típicos.

El documento US 2008/010523 describe un aparato y un método para probar el rendimiento de un sistema bajo prueba. La prueba es el rendimiento según un estándar. El sistema bajo prueba no se ajusta al estándar, sino que la no conformidad puede ser irrelevante para la prueba. Se pueden proporcionar parámetros de configuración y operaciones periféricas simultáneas que cubren la no conformidad, permitiendo que la prueba continúe.

Compendio

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de prueba de equipos de comunicaciones, como se define en la reivindicación 1. El equipo de comunicaciones es operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia. El método comprende proporcionar la carga de tráfico de prueba comprende proporcionar la carga de tráfico de prueba que varía con el tiempo, y la transición de la carga de tráfico de prueba al nivel diferente desencadena un cambio a uno diferente de los modos de gestión de potencia. El método que mide uno o más parámetros comprende medir uno o más parámetros que caracterizan el equipo de comunicaciones al manejar una transición al modo de gestión de potencia diferente.

De esta manera, se obtiene una caracterización mejorada del equipo de comunicaciones operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia.

Opcionalmente, la medición comprende medir el equipo de comunicaciones en un período de tiempo en el que un estado del equipo de comunicaciones es dependiente de la transición entre los modos de gestión de potencia.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un aparato de prueba para probar equipos de comunicaciones, como se define por la reivindicación 9.

Breve descripción de los dibujos

Cómo se puede poner en práctica la presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 muestra una vista esquemática del aparato de prueba según una realización de la presente invención, unido al equipo de comunicaciones bajo prueba,
La figura 2 muestra una carga de tráfico de salida de una realización del aparato de prueba,
La figura 3 muestra una carga de tráfico de salida adicional de una realización del aparato de prueba,
La figura 4 muestra una carga de tráfico de salida de una realización del aparato de prueba,
La figura 5 muestra una carga de tráfico de salida de una realización del aparato de prueba, con un modo de gestión de potencia correspondiente del equipo de comunicaciones bajo prueba,
La figura 6 muestra una red ejemplar que incluye el equipo de comunicaciones bajo prueba en un primer modo de gestión de potencia,

La figura 7 muestra una red ejemplar que incluye el equipo de comunicaciones bajo prueba en un segundo modo de gestión de potencia,
 La figura 8 muestra una red ejemplar que incluye el equipo de comunicaciones bajo prueba en un tercer modo de gestión de potencia,
 La figura 9 muestra una vista esquemática de un aparato de prueba según un ejemplo de la invención y del equipo de comunicaciones bajo prueba en una red,
 La figura 10 muestra una carga de tráfico de salida de una realización del aparato de prueba, con un modo de gestión de potencia correspondiente del equipo de comunicaciones bajo prueba,
 La figura 11 muestra una carga de tráfico de salida adicional de una realización del aparato de prueba, con un modo de gestión de potencia correspondiente del equipo de comunicaciones bajo prueba,
 La figura 12 muestra cargas de tráfico de salida ejemplares de una realización del aparato de prueba de prueba,
 La figura 13 muestra un diagrama de flujo de un método según un ejemplo de la presente invención.

Descripción detallada

Los aspectos de la invención se refieren a un método y a un aparato de prueba para probar un equipo o sistema de comunicaciones que comprende un equipo de comunicaciones. El aparato de prueba mide uno o más parámetros, por ejemplo, consumo de potencia o pérdida de velocidad del equipo de comunicaciones, debido a la carga de tráfico que varía. Las mediciones determinan la respuesta directa del equipo de comunicaciones a una transición en un nivel de carga de tráfico.

Abreviaturas

Bps - Bit por segundo
 (EA) NMS - Sistema de Gestión de Red (Sensible a la Energía)
 IMIX – Mezcla de Internet (de tráfico)
 IUp - Unidad de Intervalo pico a pico (unidad de medición para variación a corto plazo (fluctuación) y a largo plazo (fluctuación lenta de fase) con respecto a la posición ideal en el tiempo).
 PMM - Modo de Gestión de Potencia
 Pps - Paquetes por Segundo
 QoS - Calidad de Servicio
 VBR - Velocidad de Bits Variable

En algunos ejemplos, el equipo de comunicaciones es operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia. El aparato de prueba mide la respuesta del equipo de comunicaciones al evento de transición entre los modos de gestión de potencia desencadenados por la carga de tráfico de prueba que varía. Se mide uno o más parámetros, por ejemplo, que corresponden al rendimiento de datos del equipo de red.

En algunos ejemplos, se toman las mediciones que corresponden específicamente a un período de tiempo cuando el equipo de comunicaciones está manejando la transición entre niveles de carga de tráfico, y/o en transición entre modos de gestión de potencia, o cuando el equipo de comunicaciones está en un estado que es dependiente de la transición entre niveles de carga de tráfico y/o modos de gestión de potencia.

La Figura 1 muestra una realización ejemplar del aparato de prueba 1. El aparato de prueba 1 está conectado al equipo de comunicaciones 103, que es capaz de manejar o procesar una carga de tráfico de datos. El aparato de prueba 1 está configurado para probar el equipo de comunicaciones 103.

El equipo de comunicaciones 103 es operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia, que se describen con más detalle a continuación. Los modos de gestión de potencia están controlados por un sistema de gestión de red 110, aunque al menos algunos de los modos se pueden controlar localmente, por ejemplo, por un sistema de gestión de nivel de sistema. El equipo de comunicaciones 103 y el sistema de gestión de red 110 se pueden considerar como un sistema 113 probado por el aparato de prueba 1.

El aparato de prueba 1 está configurado para proporcionar la carga de tráfico de prueba y/o medir uno o más parámetros con respecto al manejo de la carga de tráfico de prueba. En algunos ejemplos, un procesador, una memoria y una interfaz están configurados para proporcionar la carga de tráfico de prueba y/o medir uno o más parámetros.

El aparato de prueba 1 comprende una unidad de tráfico de prueba 20 configurada para proporcionar la carga de tráfico de prueba. En una realización, la unidad de tráfico de prueba 20 genera o distribuye la carga de tráfico de prueba. En algunos ejemplos, la unidad de tráfico de prueba 20 comprende una memoria que almacena la carga de tráfico de prueba a ser proporcionada. En una realización adicional, la carga de tráfico de prueba genera la carga de tráfico de prueba a partir de información proporcionada, o distribuye una carga de tráfico de prueba recibida. En algunos ejemplos, el aparato de prueba 1 está configurado para almacenar una pluralidad de formas de carga de tráfico de prueba. En algunos aspectos, la forma de carga de tráfico de prueba se controla por un usuario.

El aparato de prueba 1 comprende además una unidad de medición 22 configurada para medir uno o más parámetros del equipo de comunicaciones, un enlace o un nodo de red conectado (descrito más tarde). En particular, la unidad de medición 22 es una unidad de medición de parámetros de tráfico, configurada para medir uno o más parámetros con respecto al manejo del tráfico por el equipo. Tal parámetro de tráfico comprende uno o más del caudal de datos, fluctuación, latencia, pérdida de velocidad. Tal parámetro de tráfico no incluye el consumo de potencia o el tiempo de transición, dado que éstos no son directamente medidas del manejo del tráfico o de los datos. En algunos ejemplos, la unidad de medición se funde o es integral con la unidad de tráfico de prueba 20. En particular, una unidad de tráfico de prueba y medición fundida está configurada para proporcionar una carga de tráfico de prueba y medir al menos un parámetro, en particular, la pérdida de velocidad. Una unidad de medición adicional opcional mide uno o más parámetros adicionales, por ejemplo, un parámetro de tráfico o de no tráfico.

El aparato de prueba 1 comprende además una unidad de medición de consumo de potencia 24 configurada para medir el consumo de potencia del equipo bajo prueba. En algunos ejemplos, la unidad de medición de consumo de potencia 24 también mide el tiempo de transición de uno a otro PMM.

En algunos ejemplos, una conexión al equipo bajo prueba proporciona información sobre el modo de gestión de potencia que actualmente opera en el equipo bajo prueba. Por ejemplo, la conexión es a uno o más módulos, por ejemplo, una tarjeta de línea, dentro del equipo de comunicaciones 103 o del sistema 113 bajo prueba.

La unidad de medición de consumo de potencia 24, la unidad de tráfico de prueba 20 y la unidad de medición 22 están conectadas a un controlador 26 configurado para coordinar y correlacionar las mediciones. Las unidades 20, 22, 24, 26 descritas son solamente ejemplos, y cualquier unidad o función se puede integrar o separar de cualquier otra unidad o función. Las unidades 20, 22, 24, 26 mostradas son solamente funcionales, y la descripción por separado no implica que las unidades sean entidades de hardware o software separadas.

El aparato de prueba 1 está configurado para registrar uno o más parámetros del equipo de comunicaciones 103 bajo prueba. Los parámetros probados comprenden parámetros de tráfico con respecto a un aspecto del tráfico, y parámetros de potencia, y/o información sobre el modo de gestión de potencia actual. Un plano de datos del equipo de comunicaciones 103 se prueba conmutando entre cargas de tráfico adecuadas, como se describirá. Para cada una de estas cargas de tráfico, así como para cada evento de transición de alto a bajo y de bajo a alto, parámetros relacionados con rendimientos de tráfico y consumo de energía se recogen y correlacionan por el aparato de prueba 1.

El método y el aparato de prueba 1 están dispuestos para probar equipos de comunicaciones que tienen modos de gestión/consumo de potencia para permitir un cambio de rendimientos y en consumo de potencia para cumplir con las necesidades efectivas (reales). El consumo de potencia se define como potencia consumida por un dispositivo para lograr un rendimiento de la aplicación previsto (trabajo útil).

Los modos de gestión de potencia (o modos de potencia) se definen como un conjunto de modos de funcionalidad habilitada/deshabilitada en el aparato. En algunos ejemplos, el equipo de comunicaciones está controlado por un plano de control sensible a la energía, por ejemplo, el sistema de gestión de red 110, capaz de modificar el consumo de potencia del equipo estableciendo el modo de potencia en función de la carga de tráfico. El equipo proporciona encaminamiento de tráfico que es sensible al consumo de potencia y capaz de minimizar el consumo total de potencia a nivel de red. Los diferentes modos de gestión/consumo de potencia proporcionan diferentes niveles de rendimiento al paso del tráfico de comunicaciones. El equipo de comunicación o de red 103 puede utilizar características dinámicas de gestión de energía que incluyen múltiples estados lógicos de baja potencia y múltiples estados de reposo. El equipo de red permite el ahorro de energía debido a la reducción de la potencia para capacidades proporcionadas en exceso. La caracterización proporcionada por el método de prueba descrito se puede proporcionar al sistema de gestión de red para un mejor control del equipo o de la red.

El método y el aparato de prueba 1 prueban el sistema de gestión de red 110 por su capacidad de minimizar el consumo de potencia y maximizar la adopción de modos de baja potencia sin poner en peligro los rendimientos de la red y la calidad del servicio. El sistema de gestión de red 110 controla la entrada y la salida de los estados de PMM y/o el encaminamiento de tráfico. El método prueba, a nivel de nodo o de red, el cálculo del sistema de gestión de red 110 del encaminamiento de tráfico óptimo y el modo de gestión de potencia para uno o cada equipo o dispositivo bajo control.

Las referencias a equipos de aparato de comunicaciones incluyen cualquier tipo de equipo, aparato o módulo de comunicaciones o de red, por ejemplo, pero no limitado a: encaminadores, conmutadores, puntos finales, tales como puntos finales de Alimentación sobre Ethernet (PoE), equipos de transporte, pasarelas de protocolo para sistemas de gestión de edificios, contadores inteligentes, pasarelas de energía domésticas, ordenadores centrales, servidores e intermediarios de sensores.

El equipo o aparato de comunicaciones puede referirse a un dispositivo o sistema, o a un módulo dentro de un dispositivo, por ejemplo, tarjetas o circuitos, que son capaces de ser operados en diferentes niveles de rendimiento al pasar el tráfico de comunicaciones en diferentes modos de consumo de potencia.

- 5 Las referencias al software pueden abarcar cualquier tipo de programas en cualquier lenguaje ejecutable directa o indirectamente en hardware de procesamiento. Las referencias a controladores, unidades, procesadores, hardware, hardware de procesamiento o circuitería pueden abarcar cualquier tipo de circuitería lógica o analógica, integrada en cualquier grado, y no limitada a procesadores de propósito general, procesadores de señal digital, ASIC, FPGA, componentes discretos o lógica, etc. Las referencias a un procesador están destinadas a abarcar implementaciones
10 que usan múltiples procesadores que se pueden integrar juntos, o ubicar conjuntamente en el mismo nodo (elemento de red) o distribuir en diferentes ubicaciones, por ejemplo.

El aparato de prueba 1 está configurado para medir uno o más parámetros del equipo de comunicaciones 103 con respecto a un cambio en el consumo de energía por el equipo mientras hace el trabajo real. El cambio en el consumo de energía está entre un modo de potencia más alta y un modo de potencia más baja, en cualquier orden.
15 En ambos modos de energía más alto y más bajo, el equipo puede estar activo (es decir, no de reposo) y manejar una carga de tráfico.

En este caso, el trabajo real es a una calidad de servicio garantizada, aunque un modo de energía más baja puede implicar que puede ser aceptada y medida alguna degradación del rendimiento marginal. El cambio en el consumo de energía por el equipo 103 puede ser hacia o desde un modo de potencia que tenga un consumo de energía reducido durante periodos inactivos extendidos (sin flujos de tráfico). En este caso, las degradaciones funcionales, de rendimiento u otras pueden ser pesadas dado que no se necesita ningún flujo de tráfico durante tales periodos inactivos.
20

El aparato de prueba 1 está configurado para medir uno o más parámetros durante un evento de transición de un nivel de la carga de tráfico y/o un evento de transición en un modo de potencia diferente. Típicamente, un evento de transición del nivel de la carga de tráfico desencadenará el evento de transición en el modo de gestión de potencia diferente. Por lo tanto, caracterizar el aparato de comunicaciones 103 que maneja una transición de la carga de tráfico de prueba puede referirse a cualquiera o a ambos del equipo de comunicaciones 103 que maneja la transición de la carga de tráfico de prueba que no desencadena una transición en modo de gestión de potencia, y el equipo de comunicaciones 103 que maneja la transición de la carga de tráfico de prueba y la transición desencadenada en el modo de gestión de potencia. Algunas transiciones de la carga de tráfico de prueba no desencadenan una transición del modo de gestión de potencia, y en algunos ejemplos, al menos una transición de la carga de tráfico de prueba desencadena una transición del modo de gestión de potencia.
25
30
35

El aparato de prueba 1 puede determinar si el control del modo de gestión de potencia y el tiempo de activación están coordinados y son lo suficientemente rápidos para resistir el aumento repentino de tráfico. De esta manera, el equipo de prueba puede determinar si el equipo de red puede garantizar la calidad de servicio.
40

El aparato de prueba está configurado para probar el equipo de una manera que va más allá de aumentar meramente el número de cargas de tráfico estáticas (niveles en %) en las que se caracteriza el equipo. El aparato de prueba 1 está dispuesto para determinar uno o más de:

- 45 - rendimiento en términos de, por ejemplo, caudal máximo de datos de tráfico, capacidad de resistencia a ráfagas, latencia, fluctuación u otro parámetro, cuando el dispositivo está "establemente" en el estado de modo de potencia dado.
- parámetros de tráfico, por ejemplo, pérdida de paquetes, errores de paquetes, por ejemplo, asociados con las transiciones de un estado de potencia (o estado de carga de tráfico) a otro, y en un tiempo entre tales transiciones.
50

El aparato de prueba 1 proporciona una métrica de carga variable, ejecutando mediciones múltiples y coordinadas de índices clave cuando se cambia dinámicamente la carga de tráfico. El aparato de prueba 1 está dispuesto para probar soluciones de ahorro de energía destinadas a proporcionar una flexibilidad rápida y efectiva para reducir los rendimientos de los módulos ligeramente utilizados.
55

El aparato de prueba está dispuesto para registrar o recibir datos en uno o más de los siguientes parámetros (índices):

- 60 a) caudal máximo de datos (bits por segundo o paquetes por segundo). Se puede medir, alternativamente o también, el caudal máximo de datos a rendimientos reducidos y los modos de gestión de potencia.
b) pérdida de velocidad (bits por segundo o paquetes por segundo) y pérdida de la varianza de velocidad (en bits o paquetes por segundo o en %) en comparación con la condición de rendimiento máximo;
c) tiempo de transición (segundos) de los modos de gestión de potencia, para adaptación de rendimiento sobre la base de la carga de tráfico así como para entrar y salir de los modos de reposo;
65

d) latencia (segundos) al rendimiento máximo y la varianza de latencia (en segundos o como un %) en comparación con la condición de rendimiento máximo;

e) fluctuación (IUpp) a rendimientos máximos y la varianza de fluctuación (en IUpp o en %) en comparación con la condición de rendimiento máximo;

f) consumo de potencia (vatios) a rendimientos máximos y varianza de consumo de potencia (en vatios o en %) en comparación con la condición de rendimientos máximos.

Estos parámetros se describen ahora con más detalle.

Caudal de datos

El aparato de prueba está configurado para generar una velocidad de bits variable (VBR) para probar el caudal de datos. La mezcla de tráfico de datos puede afectar al consumo de potencia y a la calidad de servicio. Con el fin de probar con precisión el equipo 103, se transmiten diferentes tamaños de paquetes como la señal de prueba. La variación en el tamaño de paquetes puede dar como resultado diferentes colas y esfuerzo de procesamiento. La carga de tráfico usa tamaños variables de ráfagas. En particular, la carga de tráfico proporcionada usa el modelo de tráfico de Mezcla de Internet de Longitudes de Paquetes Completas (IMIX), que se asemeja a una mezcla de tamaños de paquetes que se pueden ver en el mundo de Internet real. La distribución de tamaños de paquetes se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 – IMIX Completa

Tamaño de Paquete (Bytes)	Proporción del Total	Ancho de Banda (Carga)
40	55,0%	5,15%
576	15,0%	20,25%
1500	12,0%	42,20%
40 - 1500 (intervalo)	18,0%	32,40%

Los porcentajes de carga de tráfico en las interfaces VBR se refieren a la velocidad nominal de cada interfaz.

La metodología para medir el caudal es enviar un número específico de paquetes (o bits) a una velocidad específica al equipo bajo prueba (entrada) y luego contar los paquetes (o bits) que se transmiten (salida) por el equipo bajo prueba. Alternativamente, se pueden contar las tramas a la entrada y a la salida. El caudal máximo se define por el caudal de datos más alto que muestra el recuento de los paquetes ofrecidos igual al recuento de los paquetes recibidos (sin pérdida de paquetes). Se pueden proporcionar diferentes velocidades de prueba para determinar el caudal máximo sin pérdida.

Por ejemplo, si el recuento de paquetes ofrecidos es igual al recuento de paquetes recibidos, se eleva una carga de tráfico de prueba ejemplo en una pequeña cantidad, por ejemplo, 1%, y la prueba se vuelve a ejecutar durante un tiempo suficiente para determinar la relación de pérdida de bits y/o de paquetes. Tan pronto como se reciben menos paquetes de los que se transmitieron, la velocidad del flujo ofrecido se reduce por ejemplo, un 1% y se vuelve a ejecutar la prueba. Si la condición de recuento igual entre los paquetes ofrecidos y recibidos nunca se alcanza, el caudal máximo será el caudal de datos más alto que muestre la relación de pérdida de bits o paquetes más baja.

El aparato de prueba 1 está configurado para identificar el caudal (velocidad) máximo del nivel dado de carga de tráfico, también conocido como flujo de tráfico. El caudal máximo se determina para un modo de gestión de potencia particular o para cada uno. El caudal se puede definir alternativamente permitiendo una pérdida de datos umbral predeterminada.

Pérdida de velocidad

La pérdida de velocidad se define por menos paquetes (o bits de datos) que se reciben que los que fueron transmitidos. Por ejemplo, se pueden recibir menos paquetes (o bits de datos) desde el equipo que se prueba que los que fueron enviados por el aparato de prueba 1 al equipo que se prueba. La pérdida de velocidad se registra mediante el aparato de prueba 1 para un modo de gestión de potencia particular.

Si es aplicable, la pérdida de velocidad se registra para una transición entre dos modos de gestión de potencia. La pérdida de velocidad es una medida de la degradación del rendimiento. La pérdida de velocidad se mide en cada flujo de tráfico en un sentido, es decir, de origen a destino.

La pérdida de velocidad se mide mediante el aparato de prueba 1 en cada uno de los posibles modos de gestión de potencia donde se permite el flujo de tráfico, y se compara con la pérdida de velocidad al rendimiento máximo del equipo 103 bajo prueba (es decir, a la capacidad de procesamiento máxima). La diferencia entre las pérdidas de velocidad en un modo de gestión de potencia y el modo de gestión de potencia de capacidad máxima se usa

opcionalmente como parámetro de degradación del rendimiento. La diferencia en las pérdidas de velocidad se puede expresar como una proporción o como una cantidad en paquetes (o bits, o tramas) por unidad de tiempo.

- 5 La conmutación entre diferentes modos de gestión de potencia puede dar como resultado un tiempo de activación que daña la circuitería bajo prueba o puede inducir inestabilidad eléctrica a circuitos adyacentes. La pérdida de velocidad se monitoriza y registra durante la transición del modo de gestión de potencia por el aparato de prueba 1. La pérdida de velocidad se monitoriza y registra para circuitos adyacentes.

Tiempo de transición

- 10 El tiempo de transición es el tiempo tomado por el equipo 103 bajo prueba para conmutar completamente entre los modos de gestión de potencia. El tiempo de transición es aplicable a cualquier cambio en el modo de gestión de potencia. El tiempo de transición se mide para todas las transiciones, y es de particular importancia en una transición que implica un modo de gestión de potencia de reposo. El tiempo de transición se puede medir en coordinación con el flujo de tráfico, la carga de tráfico y el modo de gestión de potencia dados, y correlacionar adecuadamente con esos parámetros. El tiempo de entrada y salida de/a cada modo de gestión de potencia se puede medir, y por ejemplo, expresar en segundos.

- 15 El tiempo para entrar y salir del modo de gestión de potencia se puede medir por medio de una "señal de desencadenamiento" adecuada puesta a disposición específicamente por el equipo 103 bajo prueba.

Latencia

- 20 La latencia se mide como el retardo de tiempo experimentado por cada flujo de tráfico en un sentido (origen a destino). La latencia se correlaciona con el nivel de carga de tráfico y el modo de gestión de potencia actual.

- 25 La degradación de rendimiento determinada en términos de latencia se puede expresar como la diferencia entre los valores de latencia de paquetes (o bits identificados) en el caso del dispositivo de rendimientos máximos (es decir, con el equipo bajo prueba a la capacidad de procesamiento máxima posible y, por lo tanto, al consumo de potencia máximo), y la latencia medida en cada uno de los otros posibles estados de PMM donde se permite el flujo de tráfico. La diferencia se puede expresar como una proporción o un valor absoluto.

- 30 La latencia puede ser causada por una serie de factores, incluyendo ajustes de reloj usado por uno o más modos de gestión de potencia. De esta manera, la reducción de potencia en un sistema sensible a la energía 113 puede causar un aumento de retardos, que se mide como latencia.

Fluctuación

- 35 La fluctuación es una desviación de la verdadera periodicidad, por ejemplo, en una señal de reloj. La fluctuación puede estar influenciada por la reducción de potencia. La fluctuación experimentada por cada flujo de tráfico en un sentido (origen a destino) se mide por el aparato de prueba 1. La fluctuación se correlaciona, por ejemplo, con el modo de gestión de potencia. La degradación de la fluctuación se puede expresar como la diferencia entre los valores de la fluctuación de paquetes en el caso del equipo bajo prueba a la capacidad máxima de procesamiento y la fluctuación medida en cada uno de los otros modos de gestión de potencia posibles donde se permite el flujo de tráfico. La medición de la fluctuación puede ser particularmente aplicable a equipos que usan multiplexación por división de tiempo.

Consumo de potencia

- 40 El consumo de potencia del equipo bajo prueba 103 se mide para una pluralidad de modos de gestión de potencia. La potencia se mide en estricta coordinación con la carga de tráfico y/o el modo de gestión de potencia dados. El consumo de potencia se correlaciona con el modo de gestión de potencia y/o la carga de tráfico.

- 45 El consumo de potencia se mide individualmente para cada modo de gestión de potencia que se prueba. El consumo de potencia medido incluye solamente un modo de gestión de potencia, o solamente una transición entre modos de gestión de potencia adyacentes.

- 50 La reducción de consumo de potencia se puede expresar como la diferencia entre el consumo al rendimiento máximo del equipo bajo prueba (es decir, con el equipo bajo prueba a la capacidad máxima de procesamiento posible y, por lo tanto, al máximo consumo de potencia), y la potencia medida en cada uno de los otros modos de gestión de potencia posibles, que comprenden estados donde no está permitido el flujo de tráfico (modos de reposo).

- 55 Las mediciones para cualquier parámetro, por ejemplo, consumo de potencia, se registran durante un período de tiempo que se selecciona de manera que solamente se proporciona un nivel de carga de tráfico (o una transición entre niveles de carga de tráfico) al equipo bajo prueba. De esta manera, las mediciones se registran durante un

tiempo relativamente corto. Esto permite que la respuesta del consumo de potencia del equipo bajo prueba sea determinada por separado para cada transición o nivel de carga de tráfico, y/o determinado por separado para cada modo de gestión de potencia.

5 Carga de tráfico de prueba

El método de medición según un aspecto de la invención caracteriza y evalúa la adaptación del rendimiento dinámico al equipo 103 bajo prueba durante las variaciones en la carga de tráfico. En particular, la carga de tráfico de prueba generada está dispuesta para variar en magnitud con el tiempo.

La Figura 2 muestra un ejemplo de la carga de tráfico de prueba 40. En este ejemplo, la carga de tráfico de prueba está aumentando. La carga de prueba 40 aumenta en cada una de una pluralidad de transiciones 42. La carga de prueba 40 está en un nivel constante durante un período de tiempo 44 entre las transiciones 42. La carga de tráfico de prueba 40 es en forma de una pluralidad de escalones.

La variación en la carga de tráfico de prueba 40 con el tiempo se puede considerar como un gradiente de la carga de tráfico de prueba. La carga de tráfico de prueba generada puede aumentar o disminuir con el tiempo, es decir, el gradiente de carga de tráfico está en una dirección positiva o negativa. El gradiente de carga de tráfico tiene una magnitud. La magnitud se define como el cambio en la carga de tráfico dividido por el tiempo durante el cual ocurre ese cambio. La carga de tráfico varía según un patrón predeterminado. El patrón es repetible para comparar la respuesta de diferentes equipos de comunicaciones. El gradiente de carga de tráfico puede comenzar y finalizar en cualquier nivel.

El gradiente de carga de tráfico de prueba 40 comprende una pluralidad de transiciones o variaciones en la misma tendencia o dirección (es decir, el nivel de carga de tráfico que aumenta o que disminuye). Las transiciones también se pueden conocer como evento de transición o escalón. De esta manera, la carga de tráfico comprende una pluralidad de transiciones consecutivas, que aumentan consecutivamente o disminuyen consecutivamente la carga de tráfico.

Cada variación de la carga de tráfico 40 puede tener la misma magnitud y estar separada por igual en el tiempo, en cuyo caso el gradiente de carga de tráfico es un gradiente constante. Alternativamente, el gradiente no es constante, es decir, varía con el tiempo. Las variaciones pueden variar en magnitud y/o separación en el tiempo. Los escalones son continuos en el tiempo, es decir, cada escalón se sigue directamente de un escalón precedente. La carga de tráfico de prueba es continua, es decir, el tráfico de prueba que varía se proporciona sin interrupción de tiempo. Las mediciones se toman concurrentemente con el tráfico de prueba proporcionado. Por tanto, las mediciones también se pueden considerar como que se registran continuamente.

Los períodos de tiempo 44 entre transiciones en la carga de tráfico están a un nivel de carga de tráfico constante particular. Cada nivel de carga de tráfico puede comprender en sí mismo una variación en las cargas de tráfico, que promedian al nivel de carga de tráfico determinado. Por ejemplo, se pueden considerar para promediar ráfagas de paquetes separadas por un tiempo predeterminado para proporcionar un nivel de carga de tráfico particular. El método de prueba descrito en la presente memoria se refiere a variar el nivel de carga de tráfico de prueba, que puede o no haber sido promediado a una escala de tiempo más corta.

La carga de tráfico de prueba puede tener una distribución de tráfico sustancialmente uniforme (por ejemplo, tráfico IMIX) o comprender ráfagas. La distribución uniforme tiene la ventaja de simplificar la medición de potencia y evitar un promediado complejo. Esto puede ser aplicado, en particular, a los niveles de redes donde el tráfico se agrega, tales como en transporte, o nodos metro o encaminadores de alto nivel. En este caso, el tráfico agregado de muchos usuarios o servidores diferentes da como resultado una distribución de tráfico sustancialmente uniforme, que el aparato de prueba puede simular.

Para tráfico de ráfagas, en algunos ejemplos, el consumo de potencia se puede promediar entre el consumo de potencia de estado de tráfico y la duración del tiempo de ráfagas, la potencia inactiva y la duración, y si se consideran, los pulsos de descubrimiento entre las ráfagas. El método de tráfico apropiado se puede seleccionar dependiendo de las características del equipo bajo prueba y/o la aplicabilidad a una prueba estandarizada.

La carga de tráfico de prueba 40 proporcionada al equipo de comunicaciones tiene un intervalo que varía a través de al menos un umbral para una transición de modo de gestión de potencia del equipo de comunicaciones. De esta manera, en respuesta a una variación predeterminada en el nivel de carga de tráfico, el equipo bajo prueba varía el modo de gestión de potencia en operación. El aparato de prueba 1 está configurado para probar el equipo según la selección del modo de gestión de potencia para la carga de tráfico de prueba que varía. El equipo de prueba 1 registra el uno o más parámetros del equipo 103 bajo prueba a intervalos (o durante períodos de muestreo) durante el período de tiempo de la carga de tráfico de prueba 40 que varía continuamente.

El uno o más parámetros se muestrean continuamente. La medición de parámetros se puede llevar a cabo mediante muestreo continuo. Las muestras están correlacionadas con la condición de prueba dada, es decir, el PMM.

Alternativamente o además, el muestreo de medición de uno o más parámetros se desencadena por un evento. Por ejemplo, el muestreo de medición se desencadena por un evento de transición a un nivel de carga de tráfico diferente y/o un evento de transición a un PMM diferente. El equipo de prueba 1 puede determinar los parámetros probados en cada escalón. El uno o más parámetros se muestrean de manera que se miden las variaciones directamente debidas a un evento de cambio en el modo de gestión de potencia y/o un evento de cambio en la carga de tráfico de prueba.

El uno o más parámetros se muestrean durante y/o inmediatamente después de la transición del modo de gestión de potencia. Los parámetros muestreados durante y/o inmediatamente después de la transición del modo de gestión de potencia proporcionan una medición de la respuesta dinámica del equipo bajo prueba a la variación en la carga de tráfico y/o la variación en, durante y/o inmediatamente después de la transición del modo de gestión de potencia. Los parámetros se miden en un período de tiempo de prueba que incluye uno o más eventos de transición.

La inscripción de al menos un parámetro se lleva a cabo durante una escala de tiempo relativamente corta. La escala de tiempo relativamente corta es tal que los parámetros registrados durante y/o inmediatamente después de la transición del estado estacionario del modo de gestión de potencia no se oscurecen promediando con una medición de estado estacionario que no es dependiente de la transición de modo real.

Los periodos de muestreo en los que se hacen las mediciones son típicamente más cortos que la separación de tiempo 44 entre las transiciones 42 de la carga de tráfico de prueba. El muestreo debería ser a una frecuencia lo suficientemente alta para asegurar una recopilación correcta de parámetros dentro de la separación de tiempo de estado estacionario 44 (PMM constante) dada. Por ejemplo, el consumo de potencia se puede promediar durante un tiempo que es más corto que el estado estacionario en la separación de tiempo 44.

Al menos algunas de las muestras de parámetros registrados se pueden relacionar solamente con el evento de o sugerir por la variación de carga de tráfico, por ejemplo, solamente con la transición, o solamente con el período de tiempo que sigue directamente y afectado por una transición. El muestreo de las mediciones de parámetros es durante un período de tiempo corto de manera que se pueden identificar los tiempos donde el equipo de comunicaciones es dependiente de la transición. En particular, la pérdida de tráfico se determina como una consecuencia directa del evento de transición.

Cualquiera de los parámetros se puede medir específicamente durante las transiciones del modo de gestión de potencia y/o la carga de tráfico de prueba 42. Por ejemplo, la pérdida de tráfico se puede medir durante tales transiciones.

En un aspecto, las características del equipo 103 bajo prueba (por ejemplo, pérdida de tráfico durante las transiciones del modo de potencia) se determinan aplicando una carga de tráfico de prueba que aumenta (por ejemplo, con un gradiente de carga de tráfico) desde una carga de tráfico de un modo de gestión de potencia más bajo a una carga de tráfico para entrar en el próximo modo de gestión de potencia más alto dado. La carga de tráfico de prueba puede aumentar a una carga de tráfico mínima del modo de gestión de potencia más alto.

Un ejemplo adicional de carga de tráfico de prueba disminuye con el tiempo desde un modo de gestión de potencia más alto a una carga de tráfico por debajo de un umbral para entrar en el modo de gestión de potencia más bajo adyacente. La carga de tráfico puede disminuir a una carga de tráfico máxima del modo de gestión de potencia más bajo.

La característica del equipo se registra por el Sistema de Gestión de Red. El NMS 110 se puede programar para tomar medidas para evitar o mitigar el exceso de la característica determinada, si es posible. Por ejemplo, el NMS 110 puede evitar exceder la característica (que puede dar como resultado la pérdida de paquetes) por uno o más de: mantener unos márgenes de carga de tráfico más altos (por ejemplo, reprogramando los umbrales de tráfico; relajando las transiciones de PMM en reposo, y/o encaminando tráfico activo, por ejemplo, hacia dispositivos de mejor rendimiento).

Un gradiente de carga de tráfico de prueba adecuado se puede determinar a partir de mediciones en una red en vivo. La red se puede examinar en varios puntos y/o en varios momentos (por ejemplo, en un período de 24 horas). Las variaciones detectadas se pueden promediar a lo largo del tiempo para proporcionar gradientes de prueba lineales.

El gradiente de prueba se puede usar para determinar una característica de cómo el equipo 103 reacciona a una variación en la carga de tráfico, por ejemplo, un aumento o disminución relativamente agudo. Esto proporciona una prueba más realista del equipo que manejar una carga de tráfico fija.

En un ejemplo, las cargas de tráfico medidas se han registrado para aumentar en un 10% del caudal máximo en 10 minutos. Una señal de carga de tráfico de prueba que replica esto también aumentaría en la misma cantidad, es decir, un 10% del caudal máximo en 10 minutos. Las referencias a un porcentaje (%) de cantidad de escalones se

refieren a una cantidad de bits o paquetes como porcentaje del caudal máximo (y no a un cambio de porcentaje desde un nivel anterior).

- 5 La carga de tráfico de prueba aumenta o disminuye linealmente (es decir, el gradiente es constante), aunque se puede transmitir secuencialmente una pluralidad de diferentes gradientes de carga de tráfico de prueba lineales. Alternativamente, la carga de tráfico de prueba aumenta o disminuye en escalones que no son uniformes en magnitud y/o separación de tiempo. La carga de tráfico de prueba aumenta o disminuye en cualquier forma de arco o curva.
- 10 La unidad de carga de tráfico de prueba ejemplar está configurada simulando variaciones de tráfico de gradiente 40 lineales o constantes. Como se explicó anteriormente, la unidad de carga de tráfico de prueba 20 generalmente no varía la carga continuamente, sino que en su lugar varía la carga de tráfico de prueba en escalones.
- 15 Los escalones varían abruptamente la carga de tráfico a un nuevo nivel. La pluralidad de escalones está configurada para simular un gradiente constante de carga de tráfico de prueba. Los escalones y las cargas constantes intermedias son continuos. En algunos ejemplos, la carga de tráfico de prueba que varía proporciona un número relativamente grande de niveles diferentes, permitiendo una caracterización precisa del equipo en los niveles diferentes. Alternativamente, se puede considerar la carga de tráfico de prueba que varía como que varía continuamente en nivel.
- 20 La carga de tráfico de prueba se proporciona como una señal única o continua, que varía sin interrupción en el tiempo. Uno o más parámetros se registran continuamente (es decir, sin un cambio en el registro) a lo largo del período de prueba en general, aunque es posible una interrupción para una nueva ejecución. En algunos ejemplos, la carga de tráfico de prueba 40 comprende más de un escalón, más de dos escalones, más de tres escalones, más de cinco escalones o más de siete escalones en la misma dirección.
- 25 Por ejemplo, el 10% lineal en gradiente de 10 minutos se modela mediante cambios escalón consecutivos del 1% en la carga de tráfico, y un tiempo de 1 minuto en cada escalón de carga de tráfico, así que se aproxima a la función continua.
- 30 Un gradiente de tensión más alto puede comprender un cambio de nivel de carga de tráfico más alto, por ejemplo, escalones de 5% separados por 1 minuto, o un cambio del mismo nivel de carga de tráfico en un tiempo de espera más corto, por ejemplo, escalones de transición de 1% separados por 30 segundos. En un aspecto adicional, la carga de tráfico de prueba varía en el gradiente entre 3% y 50%, por ejemplo entre 5% y 30%, o por ejemplo entre 35 5% y 15%. La carga de tráfico de prueba en general puede comprender más de uno de tales gradientes. La carga de tráfico de prueba en general puede variar entre 0% y 100%.

Niveles de carga de tráfico

- 40 La Figura 3 muestra una carga de tráfico de prueba 50 que comprende dos gradientes de carga de tráfico. Un primer gradiente 51 comprende transiciones 52 de niveles intermedios de carga de tráfico 56 para formar escalones. El primer gradiente 51 simula una carga de tráfico lineal creciente. Un segundo gradiente 53 comprende transiciones 54 de niveles intermedios de carga de tráfico constante 58.
- 45 El segundo gradiente 53 simula una carga de tráfico linealmente decreciente. El segundo gradiente 53 sigue inmediatamente (consecutivamente) después del primer gradiente 51. El primer y segundo gradientes 51, 53 son continuos en el tiempo, es decir, el segundo gradiente sigue directamente después del primer gradiente. El primer y segundo gradientes 51, 53 no son continuos en el nivel de carga de tráfico, el final del primer gradiente 51 es más alto que el inicio del segundo gradiente 53 en una cantidad 55 que es más que los escalones 52, 54. La cantidad 55 indica un cambio abrupto en el nivel de carga de tráfico, para simular un cambio muy repentino en el nivel de tráfico. El aparato de prueba 1 mide la respuesta directa del equipo de comunicaciones 103 a las variaciones en la carga de tráfico de prueba.
- 50 La Figura 4 muestra una carga de tráfico de prueba 60 que comprende una pluralidad de gradientes de carga de tráfico 62, 64, 66, 68. La carga de tráfico de prueba 60 comprende gradientes de carga de tráfico que tienen diferentes magnitudes de gradiente (pendiente). La carga de tráfico de prueba también comprende gradientes de carga de tráfico que tienen diferentes direcciones de pendiente (tanto creciente como decreciente). La forma general de la carga de tráfico de prueba 60 es una forma de U.
- 55 El ejemplo de carga de tráfico de prueba 60 mostrado comprende un primer gradiente 62, que tiene una pendiente relativamente alta y una dirección decreciente. El primer gradiente 62 comprende escalones relativamente pequeños y una carga constante durante un período de tiempo corto, proporcionando una variación "suave" en la carga que está relativamente cerca de una pendiente lineal.
- 60 El primer gradiente es seguido directamente por un segundo gradiente 64. El segundo gradiente 64 tiene una magnitud de pendiente más baja. El segundo gradiente 64 continúa la dirección decreciente de la carga de tráfico.
- 65

El segundo gradiente 64 es seguido directamente por un tercer gradiente 66. El tercer gradiente 66 tiene la misma magnitud de pendiente que el segundo gradiente 64. El tercer gradiente 66 está en la dirección creciente de la carga de tráfico.

5 El tercer gradiente 66 es seguido directamente por un cuarto gradiente 68. El cuarto gradiente 68 tiene la misma magnitud de pendiente que el primer gradiente 62. El cuarto gradiente 68 está en la dirección creciente de la carga de tráfico.

10 La carga de tráfico de prueba no está limitada a los ejemplos mostrados, y puede tener cualquier combinación de una o más magnitudes de gradiente y/o una o más direcciones de gradiente, en cualquier combinación o número. Una magnitud de pendiente particular puede tener una cantidad de escalones que se selecciona según qué tan estrechamente ha de ser simulada una pendiente lineal. En particular, cuantos más escalones, más cerca está la simulación de una pendiente lineal. La Figura 5 muestra un ejemplo de una carga de tráfico de prueba 70 y un modo de gestión de potencia 80 del equipo bajo prueba. El equipo 103 bajo prueba está manejando la carga de tráfico de prueba 70. La carga de tráfico de prueba tiene un gradiente creciente 72, seguido de un gradiente decreciente 74. La carga de tráfico de prueba 70 está configurada para desencadenar al menos una transición de modo de gestión de potencia y, en este ejemplo, desencadena dos de tales transiciones de modo en los períodos 84, 85.

20 El equipo está inicialmente en un modo de gestión de potencia más bajo 82, es decir, un modo que consume relativamente poca potencia. A medida que la carga de tráfico de prueba recibida por el equipo 103 desde el aparato de prueba 1 aumenta con el tiempo, la carga de tráfico de prueba alcanza un umbral 90 del sistema 113 bajo prueba. El equipo 103 está dispuesto para cambiar el modo de gestión de potencia una vez que la carga de tráfico varía pasado el umbral. En este caso, el modo de gestión de potencia se cambia a un modo de gestión de potencia más alto 86 capaz de manejar la carga de tráfico aumentada.

25 El equipo 103 bajo prueba típicamente no puede cambiar el modo de gestión de potencia instantáneamente. En su lugar, hay un período de transición 84 entre los tiempos t_0 y t_1 durante el cual se introduce el modo de gestión de potencia. En algunas realizaciones, el equipo de prueba está configurado para medir al menos un parámetro del equipo que indica específicamente el rendimiento del equipo en un período de tiempo donde el rendimiento es dependiente de la transición.

30 Por ejemplo, las mediciones se refieren a un tiempo durante el período de transición 84 y, opcionalmente, inmediatamente después del período de transición, por ejemplo, en un período de tiempo 79. Por ejemplo, el equipo se caracteriza durante el período de transición y/o específicamente en un período de tiempo donde el rendimiento es dependiente de la transición. Un tiempo típico para la transición puede estar entre microsegundos y segundos.

35 De esta manera, la carga de tráfico de prueba 70 está dispuesta para incitar un cambio en el modo de gestión de potencia desde el equipo bajo prueba, y medir un parámetro que está directamente conectado a cómo maneja el equipo la transición del modo de gestión de potencia.

40 Por ejemplo, el equipo de prueba mide un parámetro (por ejemplo, pérdida de velocidad) durante un tiempo que está asociado con el evento de transición, por ejemplo, totalmente dentro del período de transición 84, y/o durante un tiempo determinado al menos parcialmente por el evento de transición.

45 El aparato de prueba 1 está configurado para medir uno o más parámetros en cada transición de carga de tráfico de prueba 73. Por ejemplo, uno o más parámetros se miden solamente durante un período de tiempo particular 75 en el que la carga de tráfico de prueba es constante entre transiciones. Por ejemplo, los parámetros medidos con la carga de tráfico constante son caudal de datos, pérdida de velocidad, tiempo de transición de PMM (cuando ocurre), latencia, fluctuación y/o consumo de potencia.

50 La carga de tráfico de prueba 70 está variando continuamente (y sin separación de las diferentes cargas de tráfico de prueba). De esta manera, la carga de tráfico de prueba constante no da como resultado necesariamente un estado estático del equipo 103 bajo prueba.

55 En particular, una carga de tráfico de prueba constante 75 que sigue directamente a un cambio de modo de gestión de potencia u otra respuesta puede mostrar una respuesta transitoria o temporal del equipo bajo prueba. Por ejemplo, un período de tiempo 77 capturado por las mediciones corresponde a un tiempo suficientemente corto inmediatamente después de una variación en la carga de tráfico de prueba para medir el efecto dinámico de la variación en la carga en el equipo bajo prueba.

60 El aparato de prueba 1 también muestrea uno o más parámetros mientras el equipo de comunicaciones está en un estado estático. Por ejemplo, uno o más parámetros se miden cuando el equipo de comunicaciones se ha establecido en un estado estático que sigue a una transición desde un modo de gestión de potencia diferente y/o una variación en la carga de tráfico de prueba.

65

En algunos ejemplos, el aparato de prueba 1 está configurado para medir diferentes parámetros en diferentes eventos dentro de la carga de tráfico de prueba, por ejemplo, en una transición 73 o un estado estático 75. Por ejemplo, la pérdida de velocidad se mide específicamente en el punto en el tiempo donde se varía la carga de tráfico (por ejemplo, la transición 73).

El aparato de prueba 1 está configurado para detectar uno o más parámetros (por ejemplo, que indican errores por el equipo) que ocurren solamente en un período de tiempo corto que sigue inmediatamente a un cambio en la carga de tráfico de prueba y/o la transición de modo de gestión de potencia. El uno o más parámetros medidos en o alrededor del momento de un cambio de carga de tráfico de prueba pueden ser al menos parcialmente diferentes al uno o más parámetros medidos cuando el equipo de comunicaciones está en un estado más estático entre los cambios en la carga de tráfico de prueba.

Para la pérdida de velocidad, la secuencia de bits saliente del equipo 103 se compara con la secuencia de bits de prueba conocida. Si un bit es diferente de lo esperado, entonces se puede detectar inmediatamente como un bit con error. En lugar de bits, el aparato de prueba 1 puede comparar paquetes, por ejemplo, examinando el paquete entero antes de declarar un error. El tiempo del evento de transición se puede correlacionar con un error detectado para determinar si el evento de transición causó la pérdida de velocidad. En este caso, el tiempo de transición puede ser comparable o incluso más corto que el tiempo de inspección del paquete (que también es función de la longitud del paquete). Por lo tanto, se puede detectar un error después de la transición, aunque asociado con la transición.

La carga de tráfico de prueba se reduce posteriormente desde el tiempo t_2 en un gradiente escalonado 74. Cuando la carga de tráfico de prueba se reduce por debajo del umbral 90 del modo de gestión de potencia, desde el tiempo t_3 , el modo de gestión de potencia vuelve al modo más bajo. El equipo bajo prueba se somete a un evento de transición adicional en el período 85 entre los tiempos t_3 y t_4 .

El sistema 110 bajo prueba se muestra como que tiene el mismo umbral para un cambio de modo de gestión de potencia desde un modo más bajo a uno más alto como el cambio desde un modo más alto a uno más bajo. Alternativamente, las transiciones de modo hacia arriba y hacia abajo pueden ser a diferentes umbrales, es decir, mostrar histéresis. La carga de tráfico de prueba todavía desencadena los cambios de modo.

Prueba de red

Un ejemplo del aparato de prueba 1 está configurado para probar el equipo en un sistema o red que tiene uno o más dispositivos o nodos. Los siguientes ejemplos se refieren a la prueba de un sistema que tiene una pluralidad de nodos, por ejemplo, tres nodos. El sistema tiene una o más conexiones entre cada nodo, en cualquier combinación. En algunos ejemplos, un único nodo o dispositivo se prueba dentro del sistema, con los nodos adicionales a los que se accede para proporcionar las condiciones de carga de tráfico de prueba para probar el único nodo o dispositivo.

Las Figuras 6, 7 y 8 muestran una red 99 que comprende tres nodos conectados. El Nodo A 100 está conectado a un Nodo B 103 por uno o más enlaces, en este ejemplo, por un primer enlace 101 y un segundo enlace 102. El Nodo B 103 es el nodo o equipo bajo prueba. El Nodo A está conectado a un Nodo C 104 por un tercer enlace 105. El Nodo C 104 también está conectado al Nodo B 103 por un cuarto enlace 107. Uno o más de los nodos A, B, C tienen puertos que proporcionan entrada y salida de tráfico.

La carga de tráfico de prueba proporcionada a la red 99 está configurada para variar para caracterizar el nodo bajo prueba. En particular, el nivel de carga de tráfico de prueba está configurado para variar para caracterizar el nodo 103 bajo prueba al desactivar enlaces particulares, por ejemplo, en uno o más modos de reposo.

La Figura 6 muestra todos los enlaces 101, 102, 105, 107 de tráfico operativo y de manejo. Los enlaces son cualquier tipo de enlace, por ejemplo, enlace cableado, inalámbrico, aéreo, óptico o eléctrico. Por ejemplo, la red puede ser al menos parcialmente una red óptica. El tráfico de prueba entre el Nodo A y el Nodo B se reduce paso a paso hasta alcanzar un nivel de carga de tráfico que se pueda gestionar mediante un único enlace entre el Nodo A 100 y el Nodo B 103. La Figura 7 muestra el sistema 99 con el primer enlace 101 inactivo (en reposo). El Nodo B 103 está parcialmente en un modo de reposo.

El nivel de tráfico de prueba se reduce aún más hasta alcanzar una carga de tráfico entre el Nodo A 100 y el Nodo B 103 que se puede encaminar toda a través del Nodo C 104.

La Figura 8 muestra el primer enlace 101 y el segundo enlace 102 inactivos (en reposo). El Nodo B 103 está en un modo de reposo adicional (más profundo). El Nodo A 100 también entra progresivamente en modos de reposo más profundo a medida que disminuye el nivel de carga de tráfico proporcionado por el aparato de prueba 1.

En una red de 99 bajo prueba ejemplo, el primer enlace 101, el segundo enlace 102, el tercer enlace 105 y el cuarto enlace 107 tienen cada uno un caudal máximo de 10 Gbps.

El equipo bajo prueba tiene una pluralidad de modos de reposo, que se caracterizan en la prueba. Por ejemplo, los modos de reposo se pueden denominar Reposo Rápido, Reposo Profundo y Apagado. Pueden existir modos de reposo adicionales. Los modos de reposo son modos de gestión de potencia donde el equipo bajo prueba está en una condición donde no puede pasar tráfico a través de al menos una parte del equipo. Para niveles de inactividad cada vez más profundos, hay una reducción de consumo de potencia y un aumento del tiempo de activación (tiempo para reanudar la capacidad).

Para los modos de gestión de potencia (y en particular los modos de reposo) se miden uno o más de los siguientes parámetros:

- en el equipo bajo prueba: parámetros de tráfico, por ejemplo, uno o más del tiempo de transición de PMM, el consumo de potencia, el caudal de datos; la pérdida de velocidad; la latencia; la fluctuación. En algunos ejemplos, estos parámetros se miden para el equipo o enlace que está manejando la carga de tráfico de prueba que varía, por ejemplo, que varía en un gradiente.
- en un camino o enlace alternativo: parámetros de tráfico, por ejemplo, uno o más de caudal de datos; pérdida de velocidad; latencia; fluctuación. El camino o enlace alternativo puede estar manejando el tráfico de prueba reencaminado, por ejemplo, debido a un modo de reposo del equipo bajo prueba.
- en enlaces adyacentes o tarjetas adyacentes dentro de un nodo o del equipo de comunicaciones: parámetros de tráfico, por ejemplo, de pérdida de velocidad (para verificar que no se propaguen deficiencias durante la transición de PMM). Por ejemplo, cuando se cambia la fuente de alimentación a una parte de circuitería o tarjeta, una variación de corriente puede inducir una interferencia electromagnética en un circuito o tarjeta adyacente que puede inducir errores en un camino de datos no afectado aparentemente por el PMM. Tal parámetro en un componente adyacente es una medida del efecto de la transición.

En algunos aspectos, el equipo bajo prueba puede operar ajustes de reloj y/o ajustes de voltaje en función de la carga de tráfico en un motor o controlador de línea dado, y/o cuando el tráfico se encamina hacia ciertos recursos puede dejar en reposo los recursos restantes. El aparato de prueba 1 está dispuesto para probar los efectos en tiempo real de tales cambios de potencia.

La Figura 9 muestra detalles de la red de prueba de tres nodos, y detalles del equipo bajo prueba y del aparato de prueba.

El nodo B 103, en la medida que se controla por un sistema de gestión de red (NMS) 110 sensible a la energía, es el equipo de comunicaciones bajo prueba. Se puede considerar el equipo bajo prueba en la medida que incluye la funcionalidad del NMS 110, como un sistema bajo prueba 113. El equipo de comunicaciones y el sistema de gestión de red se pueden considerar juntos como el equipo o sistema bajo prueba 113. El NMS puede estar separado y conectado al nodo B 103 (y opcionalmente a otros nodos) o integrado con el nodo.

El NMS 110 está acoplado para recibir información de carga de tráfico desde el aparato de comunicación 103. En algunos ejemplos, el NMS 110 recibe información acerca de los modos de consumo de potencia del equipo de comunicaciones 103. El NMS 110 está dispuesto para emitir señales de control al aparato de comunicaciones para controlar su modo de consumo de potencia. Este control se puede llevar a cabo en base a la información acerca de la carga de tráfico y/o según la información acerca de los caminos de tráfico seleccionados.

En algunas realizaciones, el NMS 110 puede hacer selecciones de camino para nuevas demandas de tráfico en base a la información de carga de tráfico y/o a la información acerca de los modos de consumo de potencia del aparato de comunicaciones. Las funciones del NMS 110 se pueden implementar como funciones de software que se ejecutan en un servidor o en cualquier tipo de procesador. La selección de camino puede usar cualquier tipo de algoritmo de selección de camino, adaptado para hacer uso de la información del modo de consumo de potencia. El aparato de prueba 1 está configurado para probar el cálculo del camino combinado y el control de los modos de consumo de potencia.

El nodo B 103 comprende componentes estándar para funcionar como un conmutador, encaminador u otro equipo de comunicaciones o de red. En este ejemplo, el nodo B comprende una o más tarjetas de línea 130, 132 para terminar un enlace con otro nodo. El nodo B 103 comprende partes comunes 134, por ejemplo, un enlace ascendente, un control local, una matriz de conmutación y/o un ventilador.

En un ejemplo, el aparato de prueba 1 comprende un comprobador de tráfico 120. El comprobador de tráfico 120 está configurado para suministrar la carga de tráfico de prueba y/o medir uno o más parámetros del equipo de comunicaciones. Por tanto, el comprobador de tráfico 120 es una combinación de la unidad de tráfico de prueba 24 y la unidad de medición 22 descritas anteriormente, para al menos un parámetro. En particular, el comprobador de tráfico 120 tanto transmite una carga de tráfico de prueba como mide al recibir uno o más parámetros, en particular, uno o más parámetros de tráfico, por ejemplo, la tasa de error, la latencia, la fluctuación. Opcionalmente, una unidad de medición adicional (no mostrada) mide uno o más parámetros adicionales.

En una realización adicional, la transmisión de la función de carga de tráfico de prueba de la función de prueba y medición están separadas, y unidas a unos diferentes de los equipos de comunicación y nodo o nodos. Por ejemplo, el aparato de prueba 1 conectado al equipo de comunicación 103 incluye la unidad de medición y no una unidad de tráfico de prueba, y el módulo de prueba conectado a un nodo de red incluye la unidad de tráfico de prueba y no una unidad de medición. El aparato de prueba 1 puede estar distribuido, por ejemplo, en dos ubicaciones o alojamientos más.

El aparato de prueba 1 comprende opcionalmente además una unidad de medición de consumo de potencia 24 configurada para medir el consumo de potencia del equipo bajo prueba, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente. La unidad de medición de consumo de potencia 24 y el comprobador de tráfico 120 están conectados a un controlador 26 configurado para coordinar y correlacionar las mediciones. Las funciones se pueden implementar como funciones de software que se ejecutan en cualquier tipo de procesador.

En algunos ejemplos, una conexión 136 al equipo 103 bajo prueba (por ejemplo, a uno o más módulos, por ejemplo, tarjetas de línea) proporciona información sobre el modo de gestión de potencia que opera actualmente o sobre la configuración o restablecimiento (desencadenador) del modo de gestión de potencia en el equipo bajo prueba. Opcionalmente, la conexión 136 es específicamente para un módulo dentro del equipo o sistema bajo prueba, con el fin de ayudar al controlador a correlacionar completamente los eventos.

El aparato de prueba 1 comprende una salida (no mostrada) configurada para emitir el uno o más parámetros medidos. Se pueden procesar los datos de salida. Los datos de salida o valores derivados del procesamiento se pueden transferir al sistema de gestión de red para una operación eficiente del sistema de gestión de red 110.

El nodo A y el nodo C tienen la misma o similar función y componentes que el equipo bajo prueba. Alternativamente, el nodo A y/o el nodo C tienen diferente funcionalidad y/o componentes al nodo C.

El EA NMS 110 está conectado a y controla el nodo B 103 del equipo bajo prueba. En el ejemplo mostrado, el EA NMS también está conectado a y controla uno o más nodos conectados, por ejemplo, los nodos A 100 y C 104. Alternativamente, uno o más de los nodos conectados no están controlados por el EA NMS o están controlados por un EA NMS separado. El EA NMS separado puede estar coordinado o descoordinado.

Un módulo comprobador de tráfico 122 está conectado a uno o más de los nodos conectados, por ejemplo, el nodo A y el nodo C. Tales módulos comprobadores de tráfico están controlados por el controlador 26. El módulo o los módulos comprobadores de tráfico 122 proporcionan una carga de tráfico de prueba y/o miden uno o más parámetros de prueba para el nodo y/o enlace conectado. Los módulos comprobadores de tráfico 122 se pueden considerar como parte del aparato de prueba 1.

Procedimiento de prueba

La prueba del equipo 103 comprende proporcionar una carga de tráfico a, desde o a través del equipo 103. Por ejemplo, la carga de tráfico se transmite entre el equipo bajo prueba (segundo nodo B) 103 y el nodo A 100. El tráfico es desde el Nodo A 100 al Nodo B 103. El tráfico también se transmite desde el Nodo A 100 y el Nodo C 104 y desde el Nodo C 104 al Nodo B 103. Alternativamente, el tráfico puede ser en la dirección opuesta, o en ambas direcciones, y/o entre solamente algunos de los nodos. El equipo bajo prueba puede referirse a todo el equipo 103, o solamente a un módulo, por ejemplo, la tarjeta de línea 130 que maneja el primer enlace A-B 1 101.

La Figura 10 muestra un ejemplo de las variaciones en la carga de tráfico de prueba proporcionada, y el modo de gestión de potencia resultante del equipo bajo prueba. Esto es meramente un ejemplo, y se puede proporcionar cualquier combinación de gradientes por el aparato de prueba 1. El aparato de prueba puede proporcionar tráfico de prueba en uno o más enlaces y, por ejemplo, en una pluralidad de enlaces en la red. Se puede considerar el aparato de prueba como que incluye todas las partes distribuidas unidas a cualquiera de los elementos de red y al equipo de comunicaciones 103.

La carga de tráfico de prueba se muestra por separado para cada enlace. El primer enlace 101 transporta la carga de tráfico 146, el segundo enlace 102 lleva la carga de tráfico 148, el tercer enlace 105 o el cuarto enlace 107 llevan la carga de tráfico 150.

En este ejemplo, la carga de tráfico de prueba para todos los enlaces comienza en el nivel de caudal máximo, como se ha definido anteriormente. Se miden uno o más parámetros del nodo 103 y/o uno o más parámetros en uno o más puntos adicionales de la red.

La carga de tráfico de prueba disminuye según un gradiente, como se ha descrito previamente. Como ejemplo, la disminución es inicialmente solamente en el equipo bajo prueba (Nodo B 103). Por ejemplo, se disminuye el nivel de carga de tráfico (A-B) entre el Nodo A 100 y el Nodo B 103. El nivel de carga de tráfico 146 disminuye en el primer enlace 101 (A-B-1), y el nivel de carga de tráfico 148 es inicialmente constante en el segundo enlace 102 (A-B-2). El

equipo bajo prueba se puede considerar como un módulo del equipo 103, por ejemplo, la tarjeta de línea 130 que maneja el primer enlace A-B 1.

5 El modo de gestión de potencia se muestra por la línea 140. Desde un tiempo inicial t_0 , ocurren cambios del modo de gestión de potencia en los tiempos de transición t_1 , t_2 y t_3 . El modo de gestión de potencia cambia desde el modo inicial 140a, que corresponde a la capacidad máxima y el consumo de potencia máximo.

10 Como resultado de la variación en la carga de tráfico de prueba, el equipo bajo prueba maneja cambios del modo de gestión de potencia en una transición 141. El cambio en el modo de gestión de potencia ocurre durante el período continuo del tráfico de prueba que se transmite y las mediciones continuas configuradas para detectar el efecto de la transición en sí misma. La transición 141 se refiere al evento de conmutación entre cualquier modo de gestión de potencia. La transición 141 se refiere al punto o período real de conmutación de modos de gestión de potencia, en lugar de meramente que el modo de gestión de potencia sea diferente de un modo anterior.

15 Los modos posteriores 140b, 140c, 140d se incitan por el cambio en el nivel de carga de tráfico de prueba en el primer enlace 101 que cae por debajo de los umbrales g_1 , g_2 , g_3 , respectivamente. Los eventos de transición del modo de gestión de potencia requieren un tiempo de transición 142 para completarse totalmente. El modo de gestión de potencia 140d se incita por la reducción a tráfico cero en el primer enlace 101.

20 Los parámetros se miden para caracterizar el efecto de cada transición en la carga de tráfico de prueba y, cuando ocurre, la transición en modo de gestión de potencia.

25 Mientras que el nivel de carga de tráfico 146 es constante, se miden parámetros, por ejemplo, incluyendo un parámetro de tráfico, por ejemplo, se miden el caudal de datos, la pérdida de velocidad, el tiempo de transición de PMM, la latencia, la fluctuación y/o el consumo de potencia en el equipo bajo prueba. Para cada transición en el nivel de carga de tráfico 146, un parámetro de tráfico, por ejemplo, la pérdida de velocidad se mide en el equipo bajo prueba (por ejemplo, tarjeta de línea 130).

30 Durante toda la prueba, un parámetro de tráfico, por ejemplo, la pérdida de velocidad se mide para el tráfico en el segundo enlace 102, el tercer enlace 105 y el cuarto enlace 107. Estas mediciones verifican que no se inducen deficiencias por el equipo bajo prueba a la gestión de potencia, por ejemplo, durante las transiciones del modo de gestión de potencia.

35 El EA NMS típicamente decide en qué enlace transmitir el tráfico, y así este aspecto de la función del EA NMS se mide por el aparato de prueba 1.

La señal de tráfico de prueba continúa con una variación adicional en el nivel de carga de tráfico 148, que ahora reduce el tráfico en el segundo enlace 102 (A-B 2). En este ejemplo, el tráfico de prueba 148 se reduce con el mismo gradiente.

40 La reducción en el tráfico de prueba 148 en el segundo enlace A-B 2 incita una transición del modo de gestión de potencia en el tiempo t_4 . El modo de gestión de potencia pasa a un primer modo de gestión de potencia de reposo 140e. El primer modo de gestión de potencia de reposo 140e es un modo de reposo rápido, es decir, un retorno a un modo de gestión de potencia más alto es relativamente rápido. El primer modo de gestión de potencia de reposo 140e se desencadena por el tráfico en el segundo enlace 102 que cae por debajo de un valor de umbral g_4 . Por ejemplo, para un caudal máximo de enlace de 10 Gb/s, el valor umbral puede ser de 1 Gb/s.

50 La señal de tráfico de prueba continúa variando con el tiempo. El nivel de tráfico 148 en el segundo enlace 102 (A-B 2) se disminuye aún más con la misma pendiente de gradiente. La disminución en el tráfico de prueba incita que el equipo bajo prueba pase a un segundo modo de gestión de potencia de reposo 140f. El segundo modo de gestión de potencia de reposo 140f es un modo de reposo profundo. El segundo modo de gestión de potencia 140f se desencadena por el flujo de tráfico en el segundo enlace 102 que cae por debajo de un umbral g_5 . Por ejemplo, el umbral g_5 puede ser de 100 kb/s.

55 Los parámetros medidos en un modo de gestión de potencia de reposo pueden ser diferentes de los medidos en otros modos de gestión de potencia. Se pueden medir diferentes parámetros en módulos que están en reposo hasta módulos que están activos. Por ejemplo, se mide en el equipo bajo prueba (por ejemplo, módulo de reposo, tarjeta de línea 130) el tiempo de transición del modo de gestión de potencia de reposo y/o el consumo de potencia.

60 En el enlace activo, por ejemplo, el segundo enlace (tráfico A-B 2), se mide un parámetro de tráfico, por ejemplo, la pérdida de velocidad, la latencia y/o la fluctuación, por ejemplo, durante toda la prueba.

65 Durante toda la prueba, se mide un parámetro de tráfico, por ejemplo, la pérdida de velocidad, para el tráfico en los enlaces adicionales de la red, el tercer enlace 105 y el cuarto enlace 107. También se pueden hacer mediciones de cualquier parámetro en cualquiera de los nodos.

El modo de gestión de potencia puede ser el mismo o diferente para cada uno de los enlaces. Por ejemplo, cuando la parte del equipo que maneja el primer enlace 101 entra en el segundo modo de gestión de potencia de reposo, la parte del equipo que maneja el segundo enlace está en un modo de gestión de potencia 144 diferente. El modo de gestión de potencia 144 es inicialmente un modo de gestión de potencia activo 144a.

5 Se reduce posteriormente una carga de tráfico de prueba 150 en enlaces adicionales dentro de la red 99. En particular, se reduce el tráfico de prueba 150 en el tercer enlace 105 o el cuarto enlace 107. La reducción es con el mismo gradiente que se aplicó anteriormente.

10 Cuando el nivel de carga de tráfico de prueba 150 en el segundo y tercer enlaces 102, 105 cae por debajo de un nivel de umbral g_6 , se espera que el equipo bajo prueba reencamine el tráfico residual en el segundo enlace 102 a través del nodo C 104. En particular, el equipo bajo prueba está configurado para encaminar todo el tráfico activo entre el Nodo A y el Nodo B (por ejemplo, menos de 100 Kb/s) a través del Nodo C.

15 La carga de tráfico residual 148 entre el Nodo A y el Nodo B se muestra como una adición a la carga de tráfico 150 en el tercer o el cuarto enlace 105, 107. El nivel umbral g_6 puede ser de 1 Gb/s. El equipo bajo prueba (por ejemplo, la tarjeta de línea 130) entonces entra en un tercer modo de gestión de potencia, de reposo más profundo, 140g, por ejemplo, Apagado. Este reencaminamiento se mide y caracteriza por el aparato de prueba 1.

20 También desencadenado por el nivel de carga de tráfico de prueba que cae por debajo del nivel umbral g_6 , la parte o módulo (por ejemplo, tarjeta) del equipo 103 bajo prueba que maneja el segundo enlace 102 cambia el modo de gestión de potencia. El segundo enlace 102 pasa a un modo de gestión de potencia de reposo 144b, por ejemplo, equivalente al primer modo de gestión de potencia de reposo. Partes o módulos del equipo bajo prueba que manejan el segundo enlace 102 pasan desde un modo de gestión de potencia 144 en un modo activo 144a a un
25 primer modo de reposo 144b. La tarjeta 132 está entonces en un modo de gestión de potencia de reposo.

Se miden los siguientes parámetros:

30 En el equipo bajo prueba: tiempo de transición de PMM y/o consumo de potencia.

Para el tráfico en enlaces activos, por ejemplo, tráfico encaminado desde el Nodo A 100 al Nodo B 103 a través del Nodo C 104 (Tráfico A-C-B), se miden parámetros de tráfico, por ejemplo, la pérdida de velocidad, la latencia y/o la fluctuación. Estas mediciones se pueden hacer siempre que el enlace esté activo, por ejemplo, durante toda la prueba.

35 Para el tráfico 150 entre el Nodo A 100 y el Nodo C 104, y entre el Nodo B 103 y el Nodo C 104, la pérdida de velocidad se mide, por ejemplo, durante toda la prueba.

40 La Figura 10 también muestra que el tráfico desde el segundo enlace 102 se añade al tráfico entre los Nodos A y C y los Nodos C y B, cuando el segundo enlace 102 entra en modo de reposo.

Prueba de la pendiente de tráfico creciente

45 La Figura 11 muestra una continuación de la carga de tráfico de prueba 148 ilustrada en la Figura 10. La Figura 11 muestra una carga de tráfico de prueba creciente, que sigue a la carga de tráfico de prueba decreciente de la Figura 10. Por lo tanto, la carga de tráfico de prueba es una disminución a lo largo de un gradiente, seguida directamente por un aumento a lo largo de un gradiente. En este ejemplo, la magnitud del gradiente es la misma en el aumento y la disminución. Los números de referencia y los niveles en la Figura 11 corresponden a la Figura 10.

50 En este ejemplo, la carga de tráfico de prueba 148 aumenta simétricamente a la disminución. En particular, el aumento inicial está en el tráfico 150 entre el Nodo A 100 y el Nodo C 104, y entre el Nodo B 103 y el Nodo C 104. A medida que el tráfico 150 aumenta más allá del umbral r_1 , las partes del equipo bajo prueba que manejan el segundo enlace 102 pasan desde el modo de gestión de potencia 144 en un primer modo de reposo 144b a un modo activo 144a. Simultáneamente, las partes del equipo bajo prueba que manejan el primer enlace 101 pasan desde el modo
55 de gestión de potencia 140 en el tercer modo de reposo 140g al segundo modo de reposo 140f en el tiempo t_7 .

Un tiempo de transición 142a desde el tercer modo de reposo 140g hasta el segundo modo de reposo 140f es típicamente más largo que cualquier otro tiempo de transición. En cuanto a todas las transiciones, los parámetros del equipo bajo prueba se miden durante y como resultado de la transición de la carga de tráfico y la transición del modo
60 de potencia. Un período de tiempo adicional 142b indica un período posterior en el que un estado del equipo de comunicaciones todavía se ve afectado por el evento de transición. Por tanto, el período de tiempo adicional 142b puede ocurrir directamente después de cualquier transición entre los modos de gestión de potencia, y en algunas circunstancias, directamente después de una variación en el nivel de la carga de tráfico de prueba.

65 La carga de tráfico de prueba 148 en el segundo enlace 102 aumenta, desencadenando un aumento en el modo de gestión de potencia en los umbrales r_2 y r_3 (tiempo t_8 y t_9). Después de que la carga de tráfico de prueba 148 en el

segundo enlace 102 alcanza el caudal máximo, la carga de tráfico de prueba 146 en el primer enlace 101 aumenta hasta el caudal máximo. La carga de tráfico de prueba 146 desencadena cambios del modo de gestión de potencia al subir por encima de los umbrales r_4 , r_5 y r_6 en los tiempos t_{10} , t_{11} y t_{12} , respectivamente. La carga de tráfico de prueba vuelve a la carga de caudal máximo original.

Se registran uno o más parámetros. Por ejemplo, los mismos parámetros se registran como en la etapa equivalente en el gradiente decreciente. Por ejemplo, una vez que un módulo (por ejemplo, la tarjeta de línea 130, que maneja el primer enlace 101) está activo, se miden uno o más de: parámetros de tráfico, caudal de datos, pérdida de velocidad, tiempo de transición de PMM, latencia y fluctuación, y consumo de potencia. Estos parámetros pueden no ser medidos hasta después de la transición que devuelve el módulo a un estado activo. Cuando el módulo está en un modo de potencia de reposo, se miden uno o más de un tiempo de transición de PMM y consumo de potencia. Para un módulo del equipo de comunicaciones 103 que no es un módulo primario bajo prueba, por ejemplo, para la tarjeta de línea 132 que maneja el segundo enlace 102, se miden uno o más parámetros que comprenden cualquier parámetro mencionado, y en particular, la pérdida de velocidad, la latencia y la fluctuación.

Para un nodo o enlace que se conecta al equipo bajo prueba, se mide uno o más de los parámetros anteriores. Por ejemplo, solamente se mide la pérdida de velocidad, por ejemplo, en el segundo, tercer y cuarto enlaces 102, 105, 107.

En el ejemplo anterior, la carga de tráfico se varía solamente en un enlace a la vez. Alternativamente, la carga de tráfico transmitida en más de un enlace se puede variar al mismo tiempo. Cualquier combinación de cargas de tráfico estáticas y que varían se puede proporcionar por el aparato de prueba.

La Figura 12 muestra un ejemplo de la prueba del equipo 103 continuando volviendo a ejecutar el perfil de prueba ejemplo decreciente y creciente. En una o más ejecuciones adicionales, la magnitud de los gradientes puede ser diferente a la ejecución original. Por ejemplo, una o más pruebas se vuelven a ejecutar sobre la base de una comparación de uno o más parámetros en comparación con un umbral, por ejemplo, la pérdida de velocidad se compara con una pérdida de velocidad cero. Si la comparación del parámetro con el umbral indica que el equipo está funcionando bien (por ejemplo, pérdida de velocidad cero), entonces la prueba se vuelve a ejecutar con una carga de tráfico de prueba más estresante.

En particular, se aumenta la magnitud de un gradiente de la carga de tráfico de prueba que varía. El aparato de prueba 1 proporciona una primera carga de tráfico de prueba 150a, 152a, una segunda carga de tráfico de prueba 150b, 152b, y una tercera carga de tráfico de prueba 150c, 152c. Las cargas de tráfico de prueba 150a, 152a; 150b, 152b; 150c, 152c muestran cargas de tráfico de prueba separadas con magnitudes de gradiente sucesivamente crecientes. Los gradientes de tráfico de prueba de ejemplo tienen una sección decreciente 150a, 150b, 150c, seguida por una sección creciente 152a, 152b, 152c. En este ejemplo, una carga de tráfico de prueba 150, 152 que desencadena un modo de gestión de potencia de reposo del equipo de comunicaciones 103 es común a las diferentes cargas de tráfico de prueba de tensión.

Las magnitudes de las cargas de tráfico de prueba decrecientes 150a, 150b, 150c y las cargas de tráfico de prueba crecientes 152a, 152b, 152c se aumentan ambas, por ejemplo, en la misma cantidad. La prueba se puede volver a ejecutar una pluralidad de veces con tensión sucesivamente creciente. Por ejemplo, la repetición de la prueba puede cesar sobre la base de una comparación de un parámetro con un umbral. Alternativamente, la repetición de la prueba puede cesar cuando se ejecuta una tensión predeterminada.

Los diferentes gradientes 150a, 152a; 150b, 152b; 150c, 152c tienen un intervalo para aplicar a la misma transición del modo de gestión de potencia. Los gradientes aplicados tienen diferentes magnitudes de gradiente y/o duraciones de tiempo para verificar cómo responde el equipo bajo prueba. El primer gradiente "relajado" 150a, 152a tiene un cambio relativamente bajo en la carga de tráfico con el tiempo y/o durante una duración de tiempo relativamente alta. La segunda señal de prueba 150b, 152b que proporciona un gradiente de carga de tráfico que es más "estresante" se aplica por separado. La segunda señal de prueba 150b, 152b puede tener un gradiente más alto y/o variar durante un período de tiempo más corto.

Se puede determinar el gradiente de magnitud más alta y/o duración de tiempo (es decir, la tercera señal de prueba más estresante 150c, 152c) que se maneja por el equipo bajo prueba con un parámetro en o por debajo (o por encima) de un umbral. Por ejemplo, uno de los parámetros que se mide es el número de errores, es decir, la pérdida de velocidad. El umbral puede ser cero errores. De esta manera, el gradiente de prueba más estresante que se puede manejar por el equipo sin errores se registra como una característica del equipo.

En el ejemplo mostrado, solamente se muestra la carga de tráfico de prueba en el primer enlace 101. La carga de tráfico de prueba en uno o más enlaces también puede variar en tensión o ser fija. Los modos de gestión de potencia de reposo del equipo bajo prueba también se muestran para referencia.

En una realización opcional, las pruebas adicionales se vuelven a ejecutar con menos tensión. Por ejemplo, el gradiente o los gradientes tienen una magnitud de gradiente más baja. La prueba menos estresante se puede usar

sobre la base de una comparación de un parámetro con un umbral, por ejemplo, si la pérdida de velocidad en la prueba original es más alta que un umbral.

La caracterización del equipo bajo prueba se puede emitir al NMS 110 para permitir que el NMS 110 controle eficiente y eficazmente el equipo 103 bajo prueba. En particular, los parámetros caracterizados, por ejemplo, el caudal de datos, el tiempo de transición, la latencia y el consumo de potencia de cada estado de gestión de potencia de cada equipo conectado permiten maximizar el ahorro de energía sin afectar la calidad de servicio. Por ejemplo, conociendo cuánto tarda en entrar y salir de ciertos modos de reposo usando la caracterización proporcionada por el aparato de prueba 1, el EA NMS 110 controlará la temporización del modo de gestión de potencia para hacer encaminamiento de tráfico en el momento más beneficioso. La caracterización del equipo también se puede usar para comparar con los eventuales futuros estándares en este campo, para verificar su cumplimiento.

La prueba se ha descrito como que se registra la medición en un momento cuando el equipo 103 está en un estado dependiente de la transición. La prueba usa una carga de prueba de tráfico que varía mientras que se registran continuamente las mediciones de uno o más parámetros.

La Figura 13 muestra un método 200 al probar el equipo de comunicaciones 103 o el sistema 113 bajo prueba. Después de iniciar la prueba en 201, se proporciona una carga de tráfico de prueba al equipo de comunicaciones o al nodo conectado en 202. Esta carga de tráfico de prueba es estática durante un tiempo predeterminado. En 203, se miden uno o más parámetros del equipo de comunicaciones, nodo de red o sistema bajo prueba. Proporcionar la carga de tráfico de prueba, incluyendo variaciones en la carga de tráfico de prueba, y registrar las mediciones ocurre concurrentemente.

Si se determina que la secuencia de prueba predeterminada ha sido completada en 204, la prueba finaliza en 205. De otro modo, la prueba continúa con una transición a un nivel diferente de carga de tráfico de prueba, en 206. Uno o más parámetros se miden en el momento de la transición, en 207. El uno o más parámetros medidos en la transición en 107 pueden ser los mismos o diferentes parámetros para el uno o más parámetros medidos mientras que la carga de tráfico de prueba no esté variando. La prueba continúa con la carga de tráfico de prueba proporcionada en el nuevo nivel, y la medición adicional de los parámetros. Alternativamente, la carga de tráfico de prueba puede comenzar o terminar con una transición.

Otro aspecto de la invención proporciona un programa de ordenador en un medio legible por ordenador y que tiene instrucciones que, cuando se ejecutan por un ordenador o aparato, hacen que el ordenador o el aparato lleven a cabo cualquiera de las características del método. El aparato se puede incorporar al menos parcialmente en uno o más de software, microprograma o hardware.

Los elementos o partes del aparato de prueba, nodos o redes descritos pueden comprender lógica codificada en medios para realizar cualquier tipo de procesamiento de información. La lógica puede comprender software codificado en un disco u otro medio legible por ordenador y/o instrucciones codificadas en un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), agrupación de puertas programables en campo (FPGA) u otro procesador o hardware.

El uno o más parámetros se miden durante un tiempo en el que la carga de tráfico de prueba varía y/o el modo de gestión de potencia se desencadena para variar. El muestreo de las mediciones se dispone para que sea sensible a la respuesta directa del equipo bajo prueba a la variación en la carga de tráfico de prueba y/o la variación en el modo de gestión de potencia. Por ejemplo, la variación en la carga de tráfico de prueba está dentro de un período de tiempo general en el que se registran las mediciones. El tiempo de muestreo de las mediciones es suficientemente pequeño para detectar variaciones en el estado del equipo de comunicaciones debidas a la variación en la carga de tráfico de prueba y/o la variación en el modo de gestión de potencia. El aparato de prueba 1 puede ser un aparato autónomo, o una parte de otro aparato.

En algunos ejemplos, la caracterización del equipo que maneja una transición a un nivel de carga de tráfico diferente se puede considerar como la caracterización de la respuesta del equipo a la carga de tráfico de prueba que varía, o la respuesta a un cambio en la carga de tráfico de prueba. La cantidad de cambio del nivel de carga de prueba y/o el tiempo estático entre transiciones puede afectar al equipo bajo prueba y ser probado por el aparato de prueba 1. De esta manera, se considera el efecto de la carga de tráfico de prueba previa. La respuesta al cambio en la carga de prueba puede probar la selección o los umbrales de los modos de gestión de potencia. La respuesta al cambio en la carga de tráfico de prueba se puede medir alternativamente a, o por separado de, un parámetro (por ejemplo, pérdida de velocidad) medido específicamente en asociación con el evento de transición real.

La caracterización del equipo de comunicaciones al manejar una transición de la carga de tráfico de prueba al nivel diferente se puede considerar ampliamente como que considera cómo cualquier aspecto del equipo o sistema bajo prueba responde a una variación en la carga de tráfico de prueba, por ejemplo, un gradiente de carga de tráfico de prueba. Se miden uno o más parámetros y, por ejemplo, se correlacionan con la carga de tráfico y/o la selección del modo de gestión de potencia en respuesta a la carga de tráfico de prueba que varía. El aparato de prueba puede determinar o proporcionar información para determinar la eficiencia energética del equipo o sistema. Cualquiera de

las características descritas se puede combinar con cualquier otra característica de cualquier realización. Cualquiera de las características del método descritas se puede incorporar como una función de un aparato, y cualquier característica del aparato descrita se puede incorporar como un paso del método.

REIVINDICACIONES

1. Un método de prueba de un equipo de comunicaciones (103), que comprende:

- 5 proporcionar (202) al equipo de comunicaciones una carga de tráfico de prueba (40) que varía con el tiempo a un nivel diferente de carga de tráfico de prueba, y
medir (203) uno o más parámetros que caracterizan al equipo de comunicaciones (103) al manejar una transición de la carga de tráfico de prueba al nivel diferente,
dicho método se **caracteriza por que**
10 el equipo de comunicaciones (103) es operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia (80, 82), y proporcionar la carga de tráfico de prueba (40) comprende proporcionar la carga de tráfico de prueba que varía con el tiempo, y la transición de la carga de tráfico de prueba al nivel diferente desencadena un cambio a uno diferente de los modos de gestión de potencia (80, 82), y
medir uno o más parámetros comprende medir uno o más parámetros que caracterizan al equipo de comunicaciones al manejar una transición al modo de gestión de potencia (80, 82) diferente.
2. El método de prueba según la reivindicación 1 en donde la medición (203) comprende medir el equipo de comunicaciones en un período de tiempo en el que un estado del equipo de comunicaciones es dependiente de la transición entre los modos de gestión de potencia (80, 82).
- 20 3. El método de prueba según la reivindicación 1 o 2 en donde la medición del uno o más parámetros (203) comprende registrar al menos una muestra de medición en un período de transición (84) entre modos de gestión de potencia, y/o en un período de tiempo que sigue directamente a la transición del modo de gestión de potencia (80, 82) en el que un estado del equipo de comunicaciones es dependiente de la transición.
- 25 4. El método de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la carga de tráfico de prueba comprende una sección de carga de tráfico creciente (40) que tiene una pluralidad de escalones y/o una sección de carga de tráfico decreciente que tiene una pluralidad de escalones, y/o, en donde la carga de tráfico de prueba (50) comprende una pluralidad de secciones de carga de tráfico de prueba que varía, las secciones que tienen diferentes magnitudes de gradiente y/o direcciones de gradiente.
- 30 5. El método de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde medir uno o más parámetros (203) comprende medir uno o más parámetros de manejo de tráfico del equipo de comunicaciones, y/o en donde el parámetro comprende uno o más de: pérdida de velocidad, fluctuación, latencia, caudal de datos, un tiempo de transición entre los modos de gestión de potencia del equipo de comunicaciones desencadenado por la carga de tráfico de prueba y/o el consumo de potencia.
- 35 6. El método de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde proporcionar la carga de tráfico de prueba (40) comprende proporcionar continuamente tráfico de prueba al equipo de comunicaciones, en donde un nivel de la carga de tráfico de prueba continua varía con el tiempo y/o en donde la provisión de la carga de tráfico de prueba (60) comprende proporcionar una pluralidad de veces una carga de tráfico de prueba que varía que oscila entre los mismos niveles de carga de tráfico de prueba, en donde la pluralidad de cargas de tráfico de prueba varían con diferentes magnitudes de gradiente.
- 40 7. El método de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde el equipo de comunicaciones (103) está conectado a uno o más nodos de red (104) con uno o más enlaces (105) para formar una red, y el equipo de comunicaciones se prueba como parte de la red y/o se miden uno o más parámetros del enlace o de los enlaces y/o del nodo o de los nodos y, opcionalmente, el equipo de comunicaciones (103) está conectado con una pluralidad de enlaces (105) a uno o más nodos de red (104), en donde la carga de tráfico de prueba está configurada para variar para probar el equipo de comunicaciones encaminando la carga de tráfico de prueba entre diferentes enlaces y, opcionalmente, se mide uno o más parámetros para cada uno de la pluralidad de enlaces.
- 45 8. El método de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde el equipo de comunicaciones (103) está conectado con una pluralidad de nodos de red (104), en donde la carga de tráfico de prueba está configurada para variar para probar el equipo de comunicaciones encaminando la carga de tráfico de prueba en un camino alternativo entre los nodos de red y/o el equipo de comunicaciones, y/o en donde el equipo de comunicaciones (103) está conectado con uno o más nodos de red (104), en donde el tráfico de prueba se proporciona a uno de los equipos de comunicaciones y a un dicho nodo de red, y se registra una medición en el otro de los equipos de comunicaciones y dicho nodo de red.
- 50 60 9. Un aparato de prueba (1) para probar equipos de comunicaciones que comprende:
una unidad de tráfico de prueba (20) configurada para proporcionar al equipo de comunicaciones una
65 carga de tráfico de prueba que está configurada para variar con el tiempo a un nivel diferente de carga de tráfico de prueba, y

una unidad de medición (22) configurada para medir uno o más parámetros que caracterizan el equipo de comunicaciones (103) al manejar una transición de la carga de tráfico de prueba al nivel diferente, dicho aparato de prueba se **caracteriza por que**

5 el aparato de prueba (1) está configurado para probar el equipo de comunicaciones operable en uno de una pluralidad de modos de gestión de potencia (80, 82), en donde la unidad de tráfico de prueba (20) está configurada para proporcionar la carga de tráfico de prueba configurada para desencadenar un cambio a uno diferente de los modos de gestión de potencia, y la unidad de medición (22) está configurada para medir uno o más parámetros que caracterizan el equipo de comunicaciones al manejar una transición al modo de gestión de potencia diferente.

- 10
10. El aparato de prueba según la reivindicación 9 en donde la unidad de medición (22) está configurada para medir el equipo de comunicaciones (103) en un período de tiempo en el que un estado del equipo de comunicaciones es dependiente de la transición entre modos de gestión de potencia.
- 15
11. El aparato de prueba según la reivindicación 9 o 10 en donde la unidad de tráfico de prueba (20) está configurada para proporcionar una carga de tráfico de prueba que comprende una sección de carga de tráfico creciente que tiene una pluralidad de escalones y/o una sección de carga de tráfico decreciente que tiene una pluralidad de escalones.
- 20
12. El aparato de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11 en donde el parámetro comprende uno o más de: un parámetro de tráfico, una pérdida de velocidad, una fluctuación, una latencia, un caudal de datos, un tiempo de transición entre modos de gestión de potencia del equipo de comunicaciones desencadenado por la carga de tráfico de prueba y/o el consumo de potencia.
- 25
13. El aparato de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12 en donde el aparato de prueba (1) está configurado para caracterizar el equipo de comunicaciones (103) conectado con una pluralidad de enlaces (105) a uno o más nodos de red, en donde la unidad de tráfico de prueba (20) está configurada para proporcionar una carga de tráfico de prueba configurada para variar para probar el equipo de comunicaciones encaminando la carga de tráfico de prueba entre diferentes enlaces y, opcionalmente, la unidad de medición
- 30
- está configurada para medir uno o más parámetros para la pluralidad de enlaces.

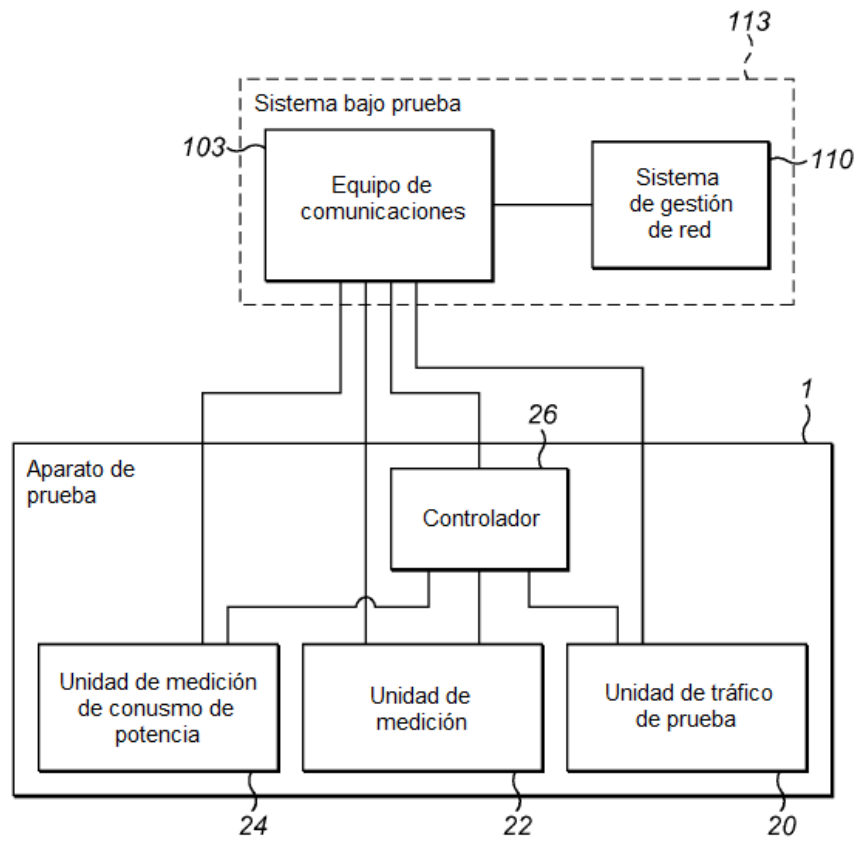


FIG. 1

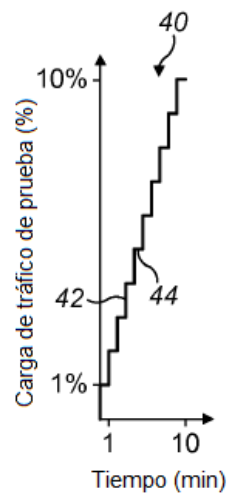


FIG. 2

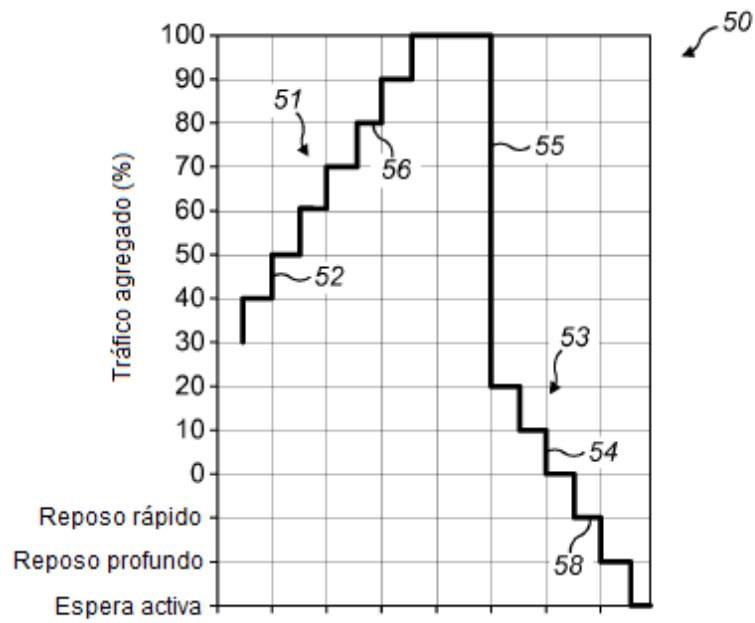


FIG. 3

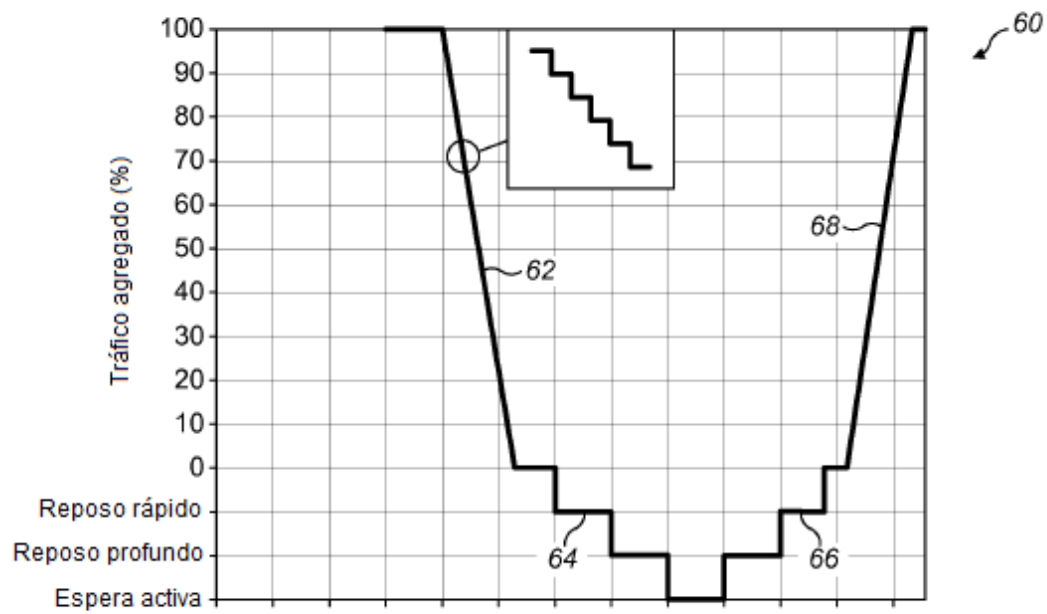
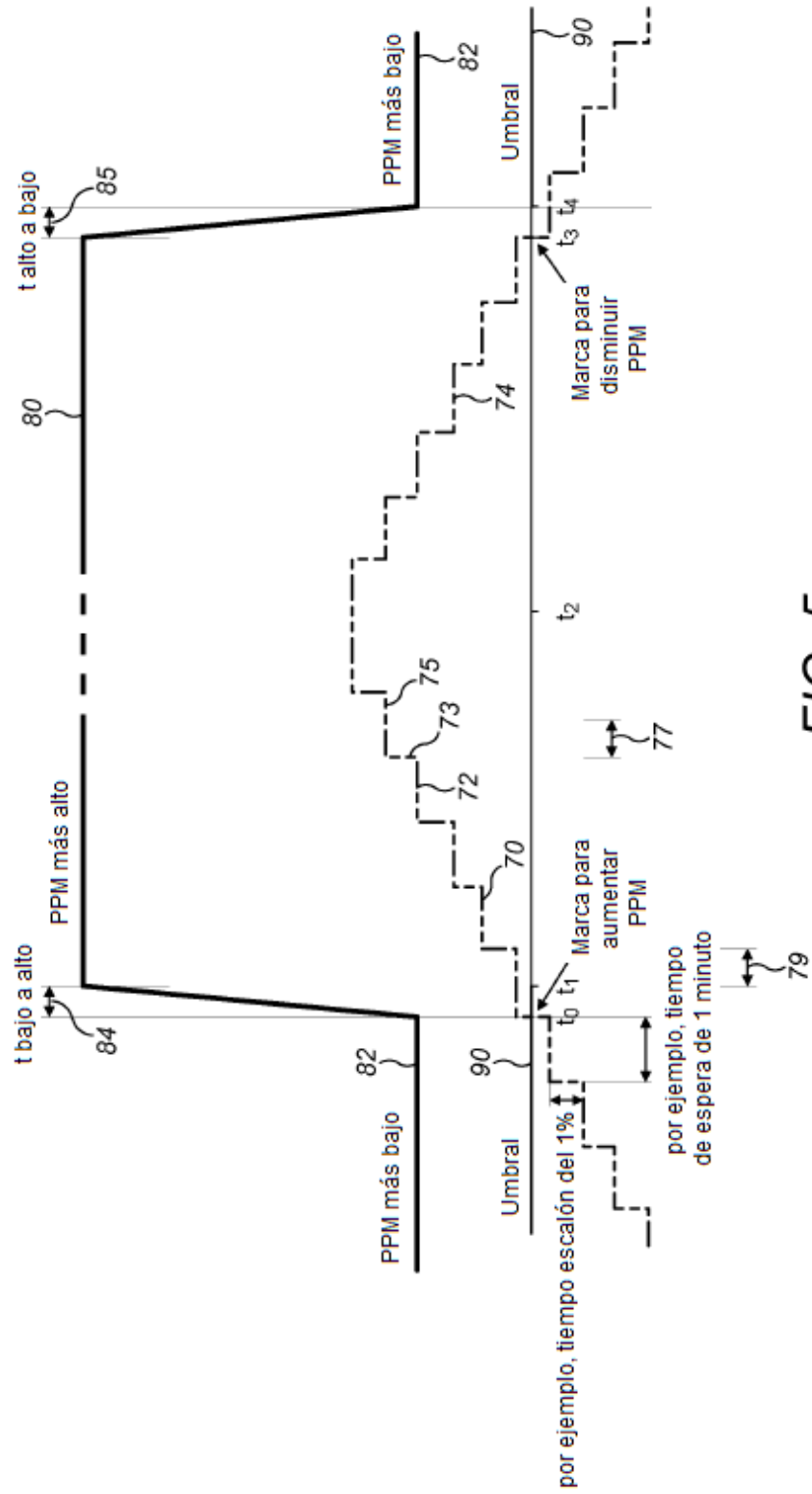


FIG. 4



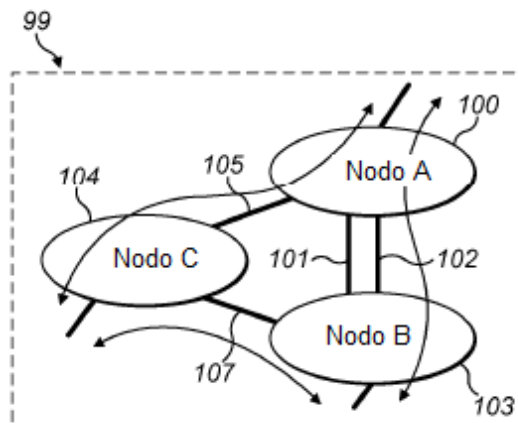


FIG. 6

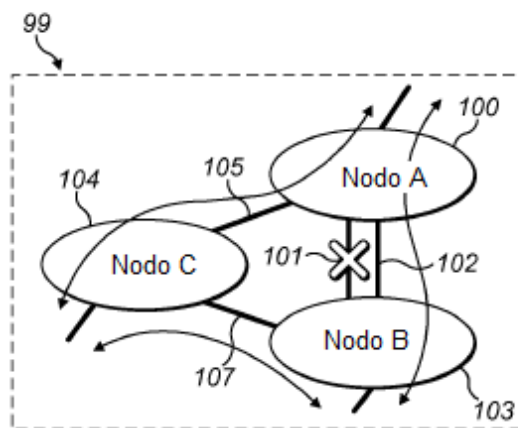


FIG. 7

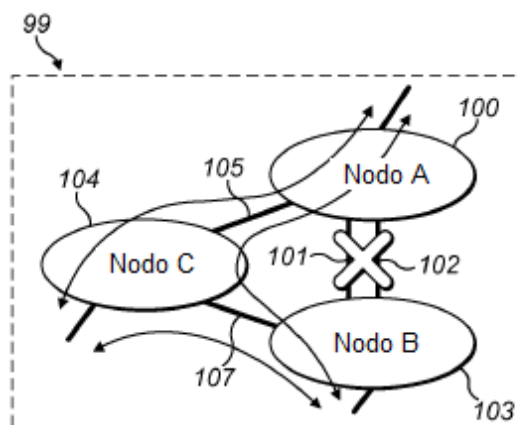


FIG. 8

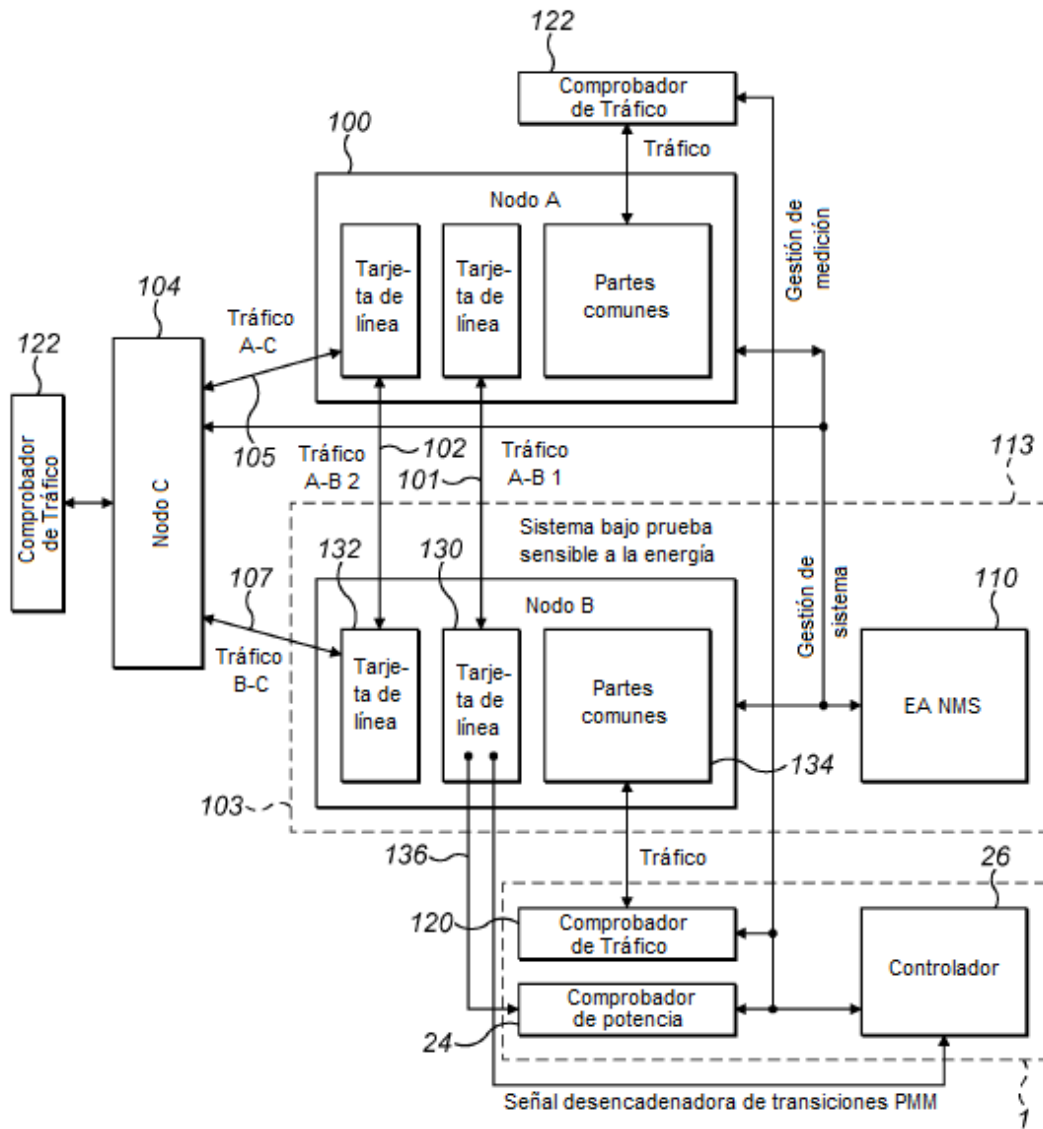
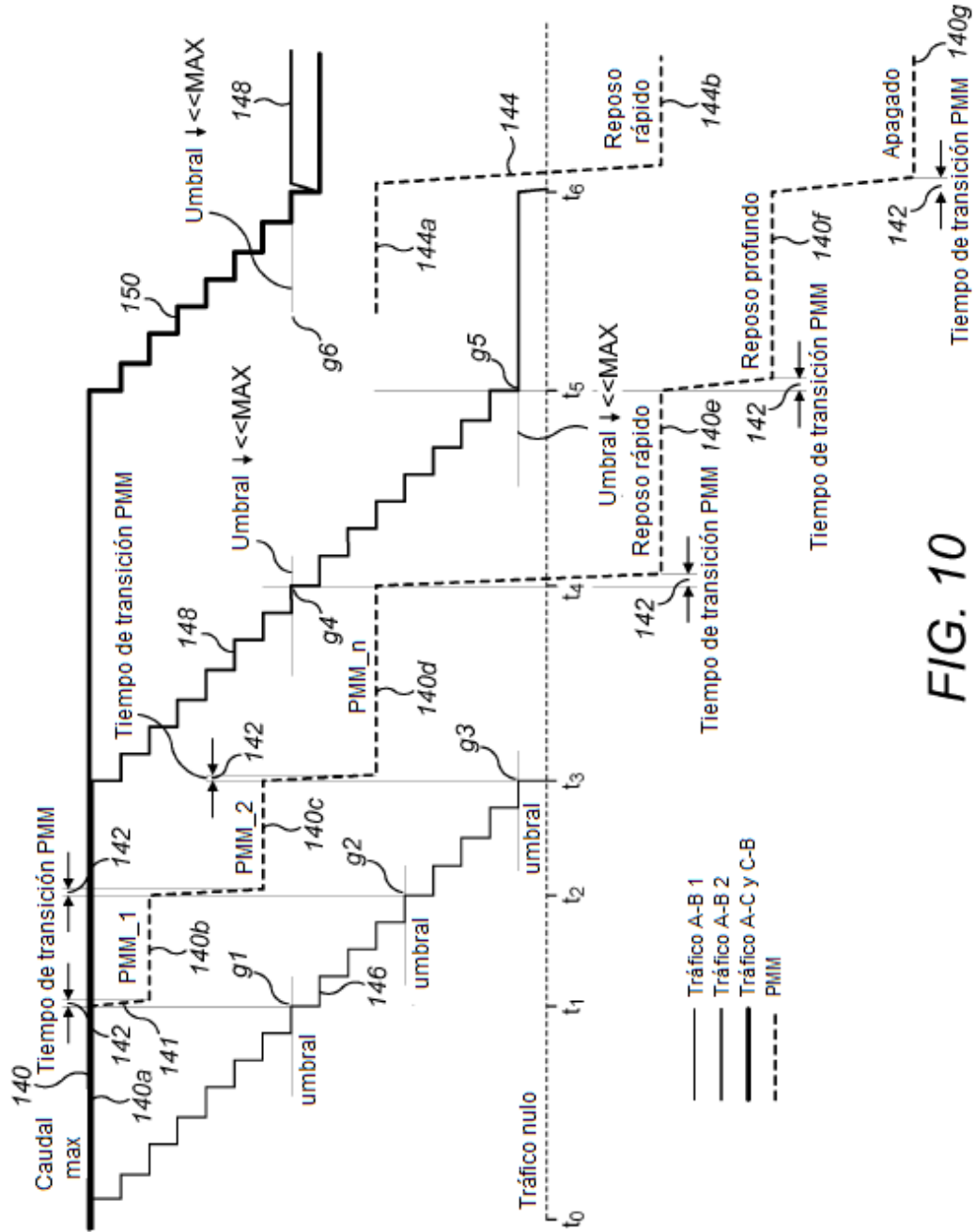
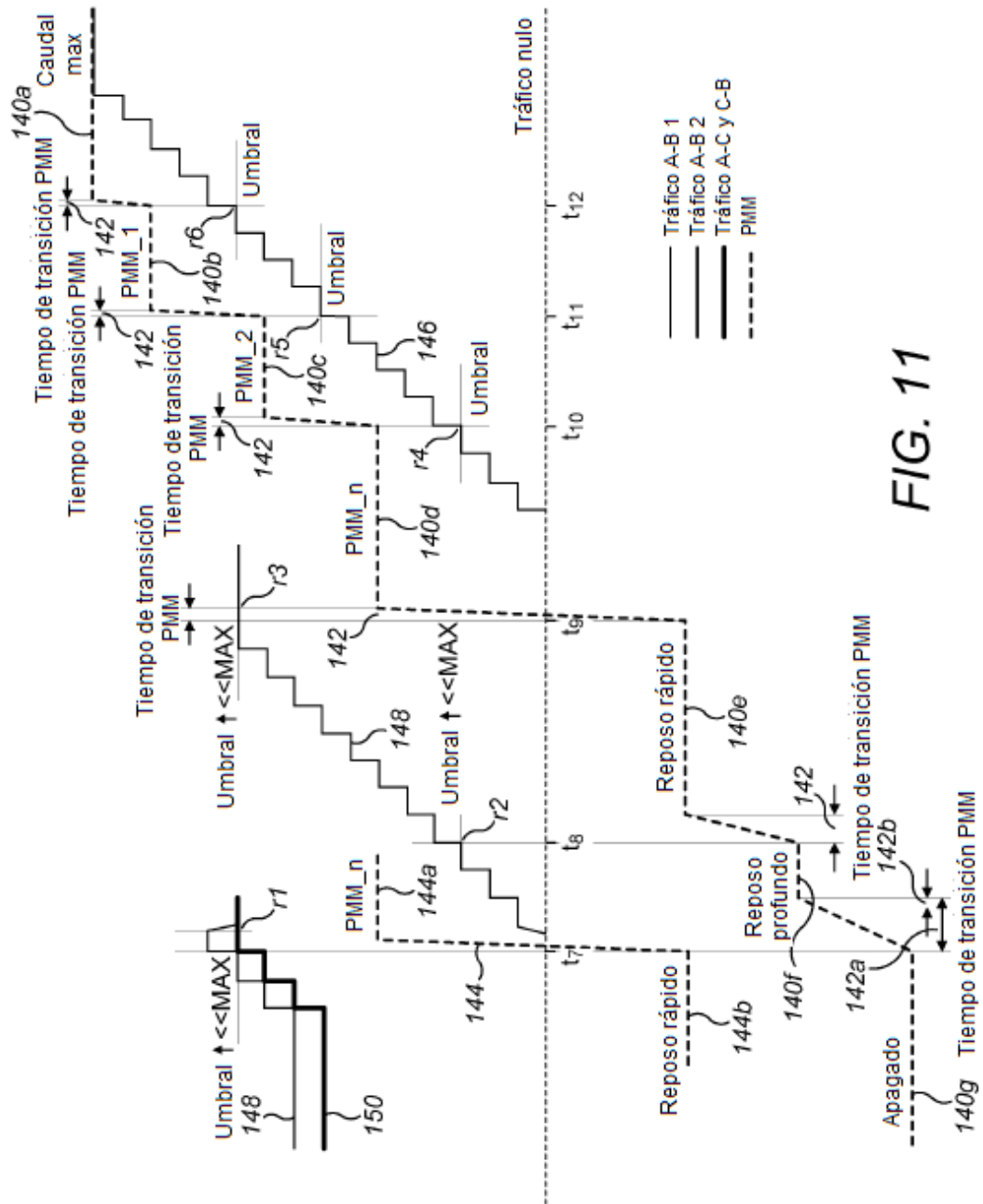


FIG. 9





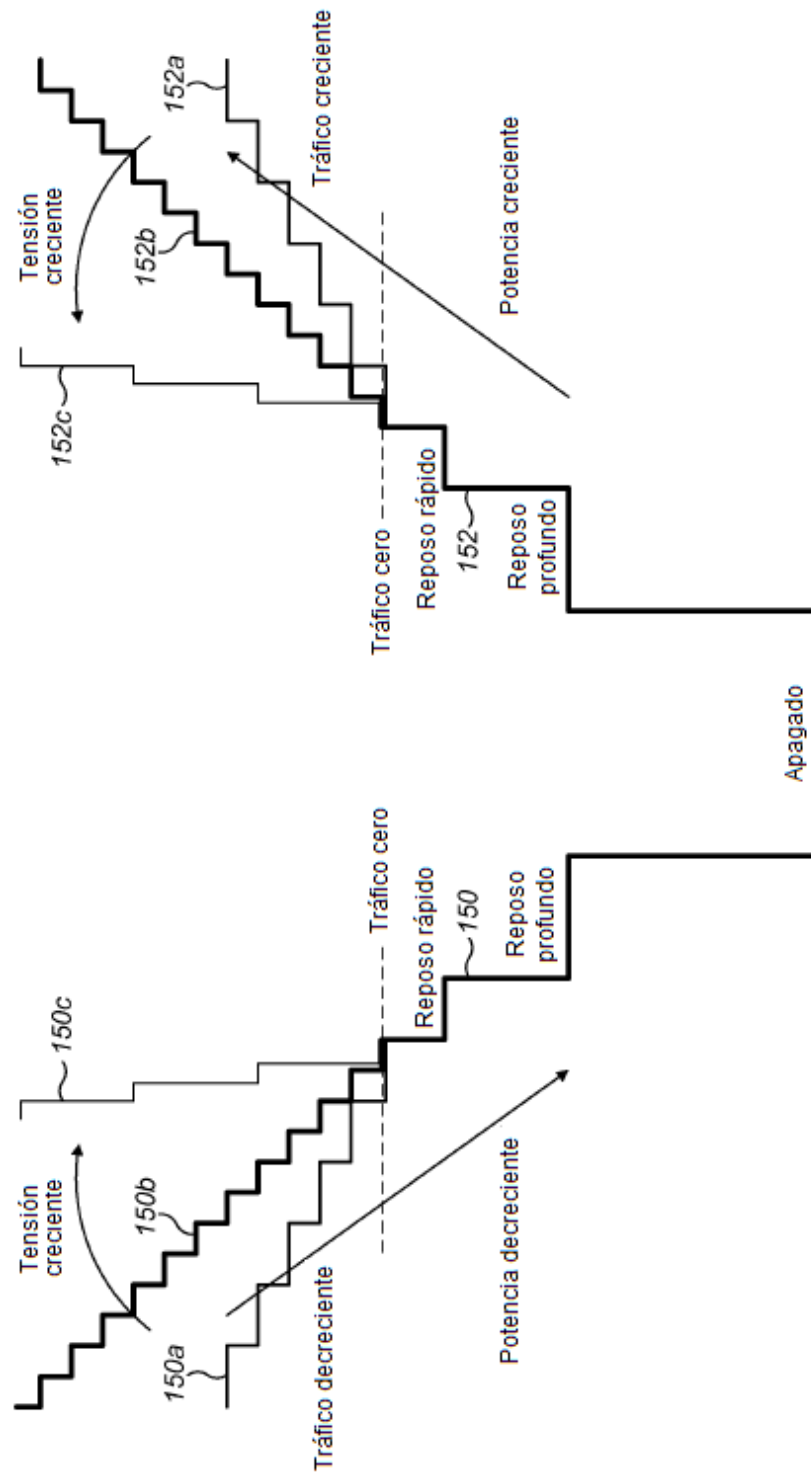


FIG. 12

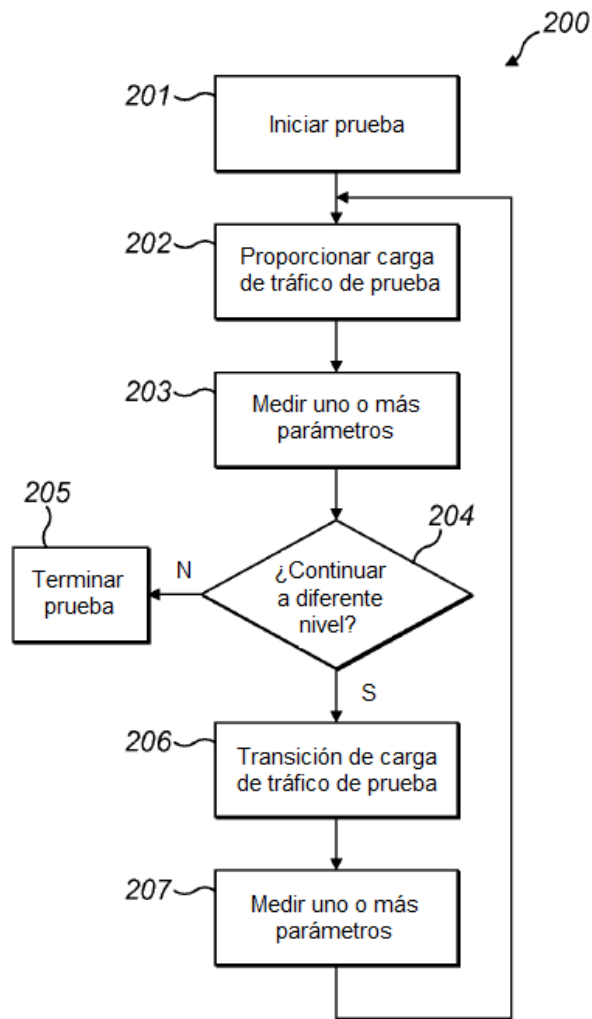


FIG. 13