

Introducción a SNMP

Unai Estébanez Sevilla



Índice de contenido

Licencia:.....	3
Origen y filosofía de SNMP.....	8
Conceptos básicos.....	8
Arquitectura SNMP.....	9
MIB.....	9
SMI.....	10
SNMP.....	10
Protocolo SNMP.....	11
Formato de los mensajes SNMP.....	11
PDU Get-request, Get-next-request,Set-request.....	13
Operativa.....	14
PDU Trap.....	14
Estructura de la información de gestión: SMI.....	15
Identificadores de objeto.....	16
Codificación de la información.....	17
Base de información de gestión (MIB).....	19
Identificar una instancia dentro de la MIB.....	20
Variables simples.....	20
Tablas.....	20
Ejemplo de acceso a tablas.....	21



Licencia:



Reconocimiento 3.0 España



LA OBRA O LA PRESTACIÓN (SEGÚN SE DEFINEN MÁS ADELANTE) SE PROPORCIONA BAJO LOS TÉRMINOS DE ESTA LICENCIA PÚBLICA DE CREATIVE COMMONS (CCPL O LICENCIA). LA OBRA O LA PRESTACIÓN SE ENCUENTRA PROTEGIDA POR LA LEY ESPAÑOLA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y/O CUALESQUIERA OTRAS NORMAS QUE RESULTEN DE APLICACIÓN. QUEDA PROHIBIDO CUALQUIER USO DE LA OBRA O PRESTACIÓN DIFERENTE A LO AUTORIZADO BAJO ESTA LICENCIA O LO DISPUESTO EN LA LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL.

MEDIANTE EL EJERCICIO DE CUALQUIER DERECHO SOBRE LA OBRA O LA PRESTACIÓN, USTED ACEPTA Y CONSIENTE LAS LIMITACIONES Y OBLIGACIONES DE ESTA LICENCIA, SIN PERJUICIO DE LA NECESIDAD DE CONSENTIMIENTO EXPRESO EN CASO DE VIOLACIÓN PREVIA DE LOS TÉRMINOS DE LA MISMA. EL LICENCIADOR LE CONCEDE LOS DERECHOS CONTENIDOS EN ESTA LICENCIA, SIEMPRE QUE USTED ACEPTE LOS PRESENTES TÉRMINOS Y CONDICIONES.

1. Definiciones

- a. La *obra* es la creación literaria, artística o científica ofrecida bajo los términos de esta licencia.
- b. En esta licencia se considera una *prestación* cualquier interpretación, ejecución, fonograma, grabación audiovisual, emisión o transmisión, mera fotografía u otros objetos protegidos por la legislación de propiedad intelectual vigente aplicable.
- c. La aplicación de esta licencia a una *colección* (definida más adelante) afectará únicamente a su estructura en cuanto forma de expresión de la selección o disposición de sus contenidos, no siendo extensiva a éstos. En este caso la colección tendrá la consideración de obra a efectos de esta licencia.
- d. El *titular originario* es:
 - i. En el caso de una obra literaria, artística o científica, la persona natural o grupo de personas que creó la obra.
 - ii. En el caso de una obra colectiva, la persona que la edite y divulgue bajo su nombre, salvo pacto contrario.
 - iii. En el caso de una interpretación o ejecución, el actor, cantante, músico, o cualquier otra persona que represente, cante, lea, recite, interprete o ejecute en cualquier forma una obra.
 - iv. En el caso de un fonograma, el productor fonográfico, es decir, la persona natural o jurídica bajo cuya iniciativa y responsabilidad se realiza por primera vez una fijación exclusivamente sonora de la ejecución de una obra o de otros sonidos.
 - v. En el caso de una grabación audiovisual, el productor de la grabación, es decir, la persona natural o jurídica que tenga la iniciativa y asuma la responsabilidad de las fijaciones de un plano o secuencia de imágenes, con o sin sonido.



- vi. En el caso de una emisión o una transmisión, la entidad de radiodifusión.
 - vii. En el caso de una mera fotografía, aquella persona que la haya realizado.
 - viii. En el caso de otros objetos protegidos por la legislación de propiedad intelectual vigente, la persona que ésta señale.
- e. Se considerarán *obras derivadas* aquellas obras creadas a partir de la licenciada, como por ejemplo: las traducciones y adaptaciones; las revisiones, actualizaciones y anotaciones; los compendios, resúmenes y extractos; los arreglos musicales y, en general, cualesquiera transformaciones de una obra literaria, artística o científica. Para evitar la duda, si la obra consiste en una composición musical o grabación de sonidos, la sincronización temporal de la obra con una imagen en movimiento (*synching*) será considerada como una obra derivada a efectos de esta licencia.
 - f. Tendrán la consideración de *colecciones* la recopilación de obras ajenas, de datos o de otros elementos independientes como las antologías y las bases de datos que por la selección o disposición de sus contenidos constituyan creaciones intelectuales. La mera incorporación de una obra en una colección no dará lugar a una derivada a efectos de esta licencia.
 - g. El *licenciador* es la persona o la entidad que ofrece la obra o prestación bajo los términos de esta licencia y le concede los derechos de explotación de la misma conforme a lo dispuesto en ella.
 - h. *Usted* es la persona o la entidad que ejercita los derechos concedidos mediante esta licencia y que no ha violado previamente los términos de la misma con respecto a la obra o la prestación, o que ha recibido el permiso expreso del licenciador de ejercitar los derechos concedidos mediante esta licencia a pesar de una violación anterior.
 - i. La *transformación* de una obra comprende su traducción, adaptación y cualquier otra modificación en su forma de la que se derive una obra diferente. La creación resultante de la transformación de una obra tendrá la consideración de obra derivada.
 - j. Se entiende por *reproducción* la fijación directa o indirecta, provisional o permanente, por cualquier medio y en cualquier forma, de toda la obra o la prestación o de parte de ella, que permita su comunicación o la obtención de copias.
 - k. Se entiende por *distribución* la puesta a disposición del público del original o de las copias de la obra o la prestación, en un soporte tangible, mediante su venta, alquiler, préstamo o de cualquier otra forma.
 - l. Se entiende por *comunicación pública* todo acto por el cual una pluralidad de personas, que no pertenezcan al ámbito doméstico de quien la lleva a cabo, pueda tener acceso a la obra o la prestación sin previa distribución de ejemplares a cada una de ellas. Se considera comunicación pública la puesta a disposición del público de obras o prestaciones por procedimientos alámbricos o inalámbricos, de tal forma que cualquier persona pueda acceder a ellas desde el lugar y en el momento que elija.
 - m. La *explotación* de la obra o la prestación comprende la reproducción, la distribución, la comunicación pública y, en su caso, la transformación.

2. Límites de los derechos. Nada en esta licencia pretende reducir o restringir cualesquiera límites legales de los derechos exclusivos del titular de los derechos de propiedad intelectual de acuerdo con la Ley de propiedad intelectual o cualesquiera otras leyes aplicables, ya sean derivados de usos legítimos, tales como la copia privada o la cita, u otras limitaciones como la resultante de la primera venta de ejemplares (agotamiento).

3. Concesión de licencia. Conforme a los términos y a las condiciones de esta licencia, el licenciador concede, por el plazo de protección de los derechos de propiedad intelectual y a título gratuito, una licencia de ámbito mundial no exclusiva que incluye los derechos siguientes:

- a. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra o la prestación.
- b. Derecho a incorporar la obra o la prestación en una o más colecciones.
- c. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra o la prestación lícitamente incorporada en una colección.
- d. Derecho de transformación de la obra para crear una obra derivada siempre y cuando se incluya en ésta una indicación de la transformación o modificación efectuada.
- e. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de obras derivadas creadas a partir de la obra licenciada.
- f. Derecho a extraer y reutilizar la obra o la prestación de una base de datos.
- g. Para evitar cualquier duda, el titular originario:
 - i. Conserva el derecho a percibir las remuneraciones o compensaciones previstas por actos de explotación de la obra o prestación, calificadas por la ley como irrenunciables e inalienables y sujetas a gestión colectiva obligatoria.
 - ii. Renuncia al derecho exclusivo a percibir, tanto individualmente como mediante una entidad de gestión colectiva de derechos, cualquier remuneración derivada de actos de explotación de la obra o prestación que usted realice.

Estos derechos se pueden ejercitar en todos los medios y formatos, tangibles o intangibles, conocidos en el momento de la concesión de esta licencia. Los derechos mencionados incluyen el derecho a efectuar las modificaciones que sean precisas técnicamente para el ejercicio de los derechos en otros medios y formatos. Todos los derechos no concedidos expresamente por el licenciador quedan reservados, incluyendo, a título enunciativo pero no limitativo, los derechos morales irrenunciables reconocidos por la ley aplicable. En la medida en que el licenciador ostente derechos exclusivos previstos por la ley nacional vigente que implementa la directiva europea en materia de derecho sui generis sobre bases de datos, renuncia expresamente a dichos derechos exclusivos.

4. Restricciones. La concesión de derechos que supone esta licencia se encuentra sujeta y limitada a las restricciones siguientes:

- a. Usted puede reproducir, distribuir o comunicar públicamente la obra o prestación solamente bajo los términos de esta licencia y debe incluir una copia de la misma, o su Identificador Uniforme de Recurso (URI). Usted no puede ofrecer o imponer ninguna condición sobre la obra o prestación que altere o restrinja los términos de esta licencia o el ejercicio de sus derechos por parte de los concesionarios de la misma. Usted no puede sublicenciar la obra o prestación. Usted debe mantener intactos todos los avisos que se refieran a esta licencia y a la ausencia de garantías. Usted no puede reproducir, distribuir o comunicar públicamente la obra o prestación con medidas tecnológicas que controlen el acceso o el uso de una manera contraria a los términos de esta licencia. Esta sección 4.a también afecta a la obra o prestación incorporada en una colección, pero ello no implica que ésta en su conjunto quede automáticamente o deba quedar sujeta a los términos de la misma. En el caso que le sea requerido, previa comunicación del licenciador, si usted incorpora la obra en una colección y/o crea una obra derivada, deberá quitar cualquier crédito requerido en el apartado 4.b, en la medida de lo posible.
- b. Si usted reproduce, distribuye o comunica públicamente la obra o la prestación, una colección que la incorpore o cualquier obra derivada, debe mantener intactos todos los avisos sobre la propiedad intelectual e indicar, de manera razonable conforme al medio o a los medios que usted esté utilizando:
 - i. El nombre del autor original, o el seudónimo si es el caso, así como el del titular originario, si le es facilitado.

- ii. El nombre de aquellas partes (por ejemplo: institución, publicación, revista) que el titular originario y/o el licenciador designen para ser reconocidos en el aviso legal, las condiciones de uso, o de cualquier otra manera razonable.
- iii. El título de la obra o la prestación si le es facilitado.
- iv. El URI, si existe, que el licenciador especifique para ser vinculado a la obra o la prestación, a menos que tal URI no se refiera al aviso legal o a la información sobre la licencia de la obra o la prestación.
- v. En el caso de una obra derivada, un aviso que identifique la transformación de la obra en la obra derivada (p. ej., "traducción castellana de la obra de Autor Original," o "guión basado en obra original de Autor Original").

Este reconocimiento debe hacerse de manera razonable. En el caso de una obra derivada o incorporación en una colección estos créditos deberán aparecer como mínimo en el mismo lugar donde se hallen los correspondientes a otros autores o titulares y de forma comparable a los mismos. Para evitar la duda, los créditos requeridos en esta sección sólo serán utilizados a efectos de atribución de la obra o la prestación en la manera especificada anteriormente. Sin un permiso previo por escrito, usted no puede afirmar ni dar a entender implícitamente ni explícitamente ninguna conexión, patrocinio o aprobación por parte del titular originario, el licenciador y/o las partes reconocidas hacia usted o hacia el uso que hace de la obra o la prestación.

- c. Para evitar cualquier duda, debe hacerse notar que las restricciones anteriores (párrafos 4.a y 4.b) no son de aplicación a aquellas partes de la obra o la prestación objeto de esta licencia que únicamente puedan ser protegidas mediante el derecho sui generis sobre bases de datos recogido por la ley nacional vigente implementando la directiva europea de bases de datos

5. Exoneración de responsabilidad

A MENOS QUE SE ACUERDE MUTUAMENTE ENTRE LAS PARTES, EL LICENCIADOR OFRECE LA OBRA O LA PRESTACIÓN TAL CUAL (ON AN "AS-IS" BASIS) Y NO CONFIERE NINGUNA GARANTÍA DE CUALQUIER TIPO RESPECTO DE LA OBRA O LA PRESTACIÓN O DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE ERRORES QUE PUEDAN O NO SER DESCUBIERTOS. ALGUNAS JURISDICCIONES NO PERMITEN LA EXCLUSIÓN DE TALES GARANTÍAS, POR LO QUE TAL EXCLUSIÓN PUEDE NO SER DE APLICACIÓN A USTED.

6. Limitación de responsabilidad. SALVO QUE LO DISPONGA EXPRESA E IMPERATIVAMENTE LA LEY APLICABLE, EN NINGÚN CASO EL LICENCIADOR SERÁ RESPONSABLE ANTE USTED POR CUALESQUIERA DAÑOS RESULTANTES, GENERALES O ESPECIALES (INCLUIDO EL DAÑO EMERGENTE Y EL LUCRO CESANTE), FORTUITOS O CAUSALES, DIRECTOS O INDIRECTOS, PRODUCIDOS EN CONEXIÓN CON ESTA LICENCIA O EL USO DE LA OBRA O LA PRESTACIÓN, INCLUSO SI EL LICENCIADOR HUBIERA SIDO INFORMADO DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS.

7. Finalización de la licencia

- a. Esta licencia y la concesión de los derechos que contiene terminarán automáticamente en caso de cualquier incumplimiento de los términos de la misma. Las personas o entidades que hayan recibido de usted obras derivadas o colecciones bajo esta licencia, sin embargo, no verán sus licencias finalizadas, siempre que tales personas o entidades se mantengan en el cumplimiento íntegro de esta licencia. Las secciones 1, 2, 5, 6, 7 y 8 permanecerán vigentes pese a cualquier finalización de esta licencia.
- b. Conforme a las condiciones y términos anteriores, la concesión de derechos de esta licencia es vigente por todo el plazo de protección de los derechos de propiedad intelectual según la ley aplicable. A pesar de lo anterior, el licenciador se reserva el

derecho a divulgar o publicar la obra o la prestación en condiciones distintas a las presentes, o de retirar la obra o la prestación en cualquier momento. No obstante, ello no supondrá dar por concluida esta licencia (o cualquier otra licencia que haya sido concedida, o sea necesario ser concedida, bajo los términos de esta licencia), que continuará vigente y con efectos completos a no ser que haya finalizado conforme a lo establecido anteriormente, sin perjuicio del derecho moral de arrepentimiento en los términos reconocidos por la ley de propiedad intelectual aplicable.

8. Miscelánea

- a. Cada vez que usted realice cualquier tipo de explotación de la obra o la prestación, o de una colección que la incorpore, el licenciador ofrece a los terceros y sucesivos licenciatarios la concesión de derechos sobre la obra o la prestación en las mismas condiciones y términos que la licencia concedida a usted.
- b. Cada vez que usted realice cualquier tipo de explotación de una obra derivada, el licenciador ofrece a los terceros y sucesivos licenciatarios la concesión de derechos sobre la obra objeto de esta licencia en las mismas condiciones y términos que la licencia concedida a usted.
- c. Si alguna disposición de esta licencia resulta inválida o inaplicable según la Ley vigente, ello no afectará la validez o aplicabilidad del resto de los términos de esta licencia y, sin ninguna acción adicional por cualquiera de las partes de este acuerdo, tal disposición se entenderá reformada en lo estrictamente necesario para hacer que tal disposición sea válida y ejecutiva.
- d. No se entenderá que existe renuncia respecto de algún término o disposición de esta licencia, ni que se consiente violación alguna de la misma, a menos que tal renuncia o consentimiento figure por escrito y lleve la firma de la parte que renuncie o consienta.
- e. Esta licencia constituye el acuerdo pleno entre las partes con respecto a la obra o la prestación objeto de la licencia. No caben interpretaciones, acuerdos o condiciones con respecto a la obra o la prestación que no se encuentren expresamente especificados en la presente licencia. El licenciador no estará obligado por ninguna disposición complementaria que pueda aparecer en cualquier comunicación que le haga llegar usted. Esta licencia no se puede modificar sin el mutuo acuerdo por escrito entre el licenciador y usted.

Origen y filosofía de SNMP

SNMP es un protocolo utilizado para intercambiar información de gestión entre los dispositivos de la red. Su idea original es monitorizar y gestionar redes manteniendo un esquema de simplicidad y efectividad.

Hasta la llegada de SNMP, la gestión de red había sido propietaria y los productos desarrollados por cada fabricante, lo que complicaba enormemente los centros de control de las redes heterogéneas, además, dada la dificultad de desarrollar este tipo de productos y el mercado restringido al que iban dirigido, los productos eran caros y complejos.

Con el crecimiento de la popularidad de TCP/IP, apareció un mercado lo suficientemente atractivo para que la IETF propusiera un estándar de gestión.

Un aspecto potencial de estos sistemas es que pueden generar tanto tráfico en la red y tanta información para gestionarse a sí mismos que pueden llegar a convertirse en una carga significativa para la red. Para que una gestión estándar tenga éxito debe basarse en software simple, pequeño y de bajo costo para poder instalarlo en la gran cantidad de pequeños dispositivos que constituyen la red.

SNMP fue publicado inicialmente en 1989 pero las primeras aplicaciones no aparecieron hasta 1990.

SNMP V2 apareció en Mayo de 1993 añadiendo nuevos comandos para reducir el tráfico de red, especialmente en redes grandes, ofrece además nuevas capacidades de notificación de errores, introduce la definición de nuevos objetos, más contadores y mejores herramientas de gestión. Finalmente se han introducido añadidos para garantizar la seguridad y la autenticación.

SNMP en su última versión (SNMPv3) data de 2002 y posee cambios significativos con relación a sus predecesores, sobre todo en aspectos de seguridad, sin embargo no ha sido mayoritariamente aceptado en la industria.

La idea es que SNMP sea un componente integral y esencial de todos los sistemas TCP/IP, por ello, todos los protocolos por debajo del nivel de aplicación tienen sus componentes SNMP.

SNMP también se ha extendido para cubrir equipos no TCP/IP y algunos protocolos propietarios, constituyéndose en el estándar más ampliamente utilizado para la recogida de información de gestión de red.

Conceptos básicos

La idea básica es que la recogida y gestión de la información de la red se haga en las llamadas **estaciones de gestión de red** que se comunicarán con el resto de los **elementos de red**.

Estas estaciones de gestión de red serán normalmente estaciones de trabajo que muestran gráficamente aspectos relevantes acerca de los elementos que está monitorizando. La

aplicación que se encarga de la comunicación con los elementos de red es el **gestor** que es la implementación en la estación del protocolo SNMP.

Los elementos de red pueden ser cualquier dispositivo de la red (clásicamente que use parte del conjunto de protocolos TCP/IP) como un router, un terminal, una impresora, etc.

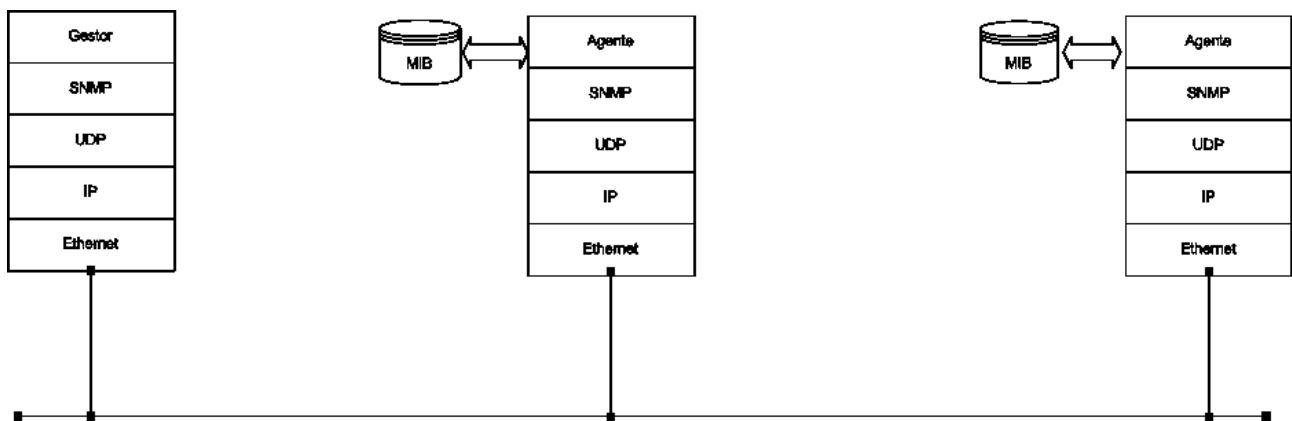
Tendremos un software en el elemento de red monitorizado que se denominará **agente** y cuya función es, por un lado, recoger información de los eventos que se producen en el dispositivo, y por otro comunicarse con el gestor.

La comunicación puede producirse de dos maneras:

1. El gestor puede preguntar al agente acerca del valor de alguna variable
2. El agente puede informar al gestor acerca de algún hecho importante.

El gestor, además de poder leer el contenido de las variables del agente, puede modificar su valor.

El conjunto global podría resumirse en el siguiente gráfico:



Arquitectura SNMP

Para funcionar SNMP consta de tres elementos:

1. La base de Información de gestión (MIB)
2. La estructura de gestión de la información (SMI)
3. El protocolo de gestión de red simple (SNMP)

MIB

Es una base de datos a través de la cual se tiene acceso a la información para la gestión, contenida en la memoria interna del dispositivo en cuestión. MIB es una base de datos completa y bien definida, con una estructura en árbol, adecuada para manejar diversos grupos de **objetos (información sobre variables/valores que se pueden adoptar)**, con identificadores exclusivos para cada objeto. Podemos encontrar en el RFC 1213 (MIB-II) su

descripción.

La arquitectura SNMP opera con un reducido grupo de objetos que se encuentran definidos con detalle en la RFC 1066 "Base de información de gestión para la gestión de redes sobre TCP/IP".

Más adelante entraremos en detalle sobre esta base de datos. De momento quedémonos con que es una colección de información que está organizada jerárquicamente y con que las MIB's son accedidas usando un protocolo de administración de red, como por ejemplo, SNMP.

SMI

Esta especificado en el RFC 1155.

Básicamente se trata de definir la **estructura de la MIB**. Se indicarán aquí aspectos como el **tipo de datos** que podrá albergar la MIB, **como representarse y denominarse los recursos en la MIB**, etc...

En definitiva, son las reglas para la definición de la MIB.

SNMP

Es el **protocolo utilizado entre el gestor y el elemento de red**. Se define en el RFC 1157. Hay nuevos RFC especificando nuevas versiones de SNMP.

Protocolo SNMP

SNMP proporciona un mecanismo para acceder a los objetos de MIB de modo que puedan ser consultados y modificados, además de permitir que los dispositivos conectados a la red envíen mensajes no solicitados a una estación de gestión SNMP para indicar que se ha producido una cierta condición.

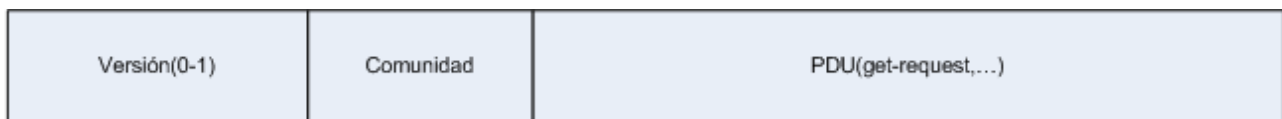
SNMP Define cinco tipos de mensajes de intercambio entre gestor y agente que se denominan PDUs (Unidad de datos de Protocolo):

1. Get-request. Utilizado por la estación de gestión para obtener el valor de una o más variables MIB del agente SNMP de la estación remota.
2. Get-next-request. Es similar a la anterior, con la diferencia que se obtiene el valor de una variable sin definir ésta explícitamente. De hecho se obtiene el valor de la variable que sigue a la especificada dentro de la ordenación de la MIB.
3. Response. Es la respuesta del agente a una petición del gestor devolviendo el valor de una o más variables.
4. Set-request. Constituye el mecanismo para que el gestor modifique los valores de las variables MIB de la estación remota.
5. Trap. Cuando se produce un determinado evento o condición en la estación remota, el agente envía un trap para notificarlo al gestor. Dado que el mensaje se envía de forma síncrona y en cualquier momento, la estación de gestión debe monitorizar la red en todo instante.

SNMP utiliza UDP. El gestor implementa un esquema de temporización y retransmisión para contemplar el hecho de la pérdida de los mensajes y solventar la falta de fiabilidad de UDP. SNMP hace uso de dos **puertos UDP, el 161 y el 162** para la recepción en el agente y el gestor respectivamente, de esta forma es posible que en una estación operen simultáneamente el software de gestor y agente.

Formato de los mensajes SNMP

El formato es el siguiente:



El mensaje comienza con el campo **Versión**, que puede tomar los valores 0 o 1 para SNMPV1 y SNMPV2 respectivamente.

El campo **comunidad** define un nivel de autenticación del emisor del mensaje de forma que puede determinarse si tiene permiso de modificación e incluso de lectura sobre las variables de la MIB.

En cada sistema remoto se aplica una política de acceso de manera que existan varios perfiles con diferentes privilegios; para ello se crean distintas vistas de la MIB con diferentes modos de acceso sobre los objetos de esta: Sólo lectura, Lectura y escritura, etc.

La asignación de un modo de acceso a una determinada vista constituye lo que se conoce como **perfil de comunidad**, y la **política de acceso** consiste en asignar a cada comunidad definida en el agente un perfil. De este modo, el gestor identificará una comunidad en cada PDU enviada al agente y éste atenderá la petición en función de que la comunidad disponga de privilegios para realizarla o no.

Existen dos tipos de formatos en las PDU SNMP, el primero es general y común a casi todas ellas, y el segundo corresponde a la PDU trap:

Versión (0-1)
Comunidad
Tipo PDU
Identificación de petición
Estado de error
Índice de error
Nombre
Valor
Nombre
Valor
...

Get-request
Get-next-request
Set-request
Response

Versión (0-1)
Comunidad
Tipo PDU
Enterprise
Dirección del agente
Tipo de trap
Código específico
Timestamp
Nombre
Valor
...

Trap

PDU Get-request, Get-next-request, Set-request

Todas ellas son generadas por una estación de gestión de red, son dirigidas a un agente de red y comparten un formato común. El significado de los campos que componen la PDU es el siguiente:

- **Tipo PDU.** Especifica el tipo de mensaje, los valores posibles son:

Tipo PDU	Nombre
0	Get-request
1	Get-next-request
2	Set-request
3	Response
4	Trap

- **Identificación de la petición,** se utiliza para relacionar peticiones y respuestas. El emisor asigna números de manera que cada consulta pendiente al mismo agente es identificada de manera inequívoca de modo que la aplicación SNMP puede correlacionar las respuestas emitidas con las peticiones pendientes y hacer frente a PDU duplicadas por un servicio de transporte inseguro (como UDP).
- **Estado de error,** se emplea para indicar que ha ocurrido una anomalía mientras se procesaba una consulta. Los valores posibles son:

Estado de error	Nombre	Significado
0	NoError	Sin error
1	tooBig	La PDU es demasiado grande
2	noSuchName	No existe tal nombre, la variable no existe
3	badValue	Valor incorrecto, no se ajusta a la definición de la variable
4	readOnly	Sólo lectura, la variable no puede ser modificada
5	genErr	Error general

- **Índice de error.** Cuando el estado de error es distinto de cero, el índice de error puede suponer información adicional, ya que es un desplazamiento que especifica qué variable contiene el error. El agente la utiliza sólo para los errores "noSuchname", "badValue" y "ReadOnly".
- **Lista de variables.** Es una lista de nombres de variables y sus valores correspondientes. El campo valor existe tanto en las preguntas como en las respuestas, si bien en las preguntas su contenido es nulo.

Operativa

El agente SNMP que recibe un **Get-request** devuelve una PDU Response, completando los valores de las variables con lo que tiene anotado en su MIB. La operación Get-Request sólo devuelve valores cuando todas las variables están disponibles y no se produce error en ninguna de ellas. Si el agente puede asignar valores a todas las variables que aparecen en la lista de la PDU Get-Request, la PDU **Get-Response** incluye en la lista de variables los valores resultantes para cada variable, pero si falta al menos uno, la lista se devolverá vacía. Los errores que pueden producirse son los enumerados anteriormente. En los casos en los que sea posible indicaremos en el campo índice cual es la variable que nos da problemas.

La PDU **Get-Next-Request** es casi idéntica a la PDU Get-Request, con la única diferencia de que en esta, el agente debe devolver para cada variable en la lista el valor del objeto siguiente en orden lexicográfico en la MIB de la estación remota. Esto nos permite descubrir dinámicamente la estructura de la vista de la MIB, además de proporcionar un instrumento de búsqueda en tablas cuyas entradas sean desconocidas. Las situaciones de error son similares a las que se producen en la PDU Get-Request.

La PDU **Set-Request** se genera de igual manera y siguiendo el mismo modelo de actuación que en la generación de Get-Request, con la diferencia de que Set-Request se utiliza para escribir un valor de objeto en lugar de leerlo. Por lo tanto, se incluirá en la lista de variables, además del identificador del objeto, el valor a asignarle.

La operación **Set-Request es atómica**: o bien se actualizan todas las variables o ninguna. Las condiciones de error son las mismas que en el caso de Get-Request.

SNMP no tiene ningún mecanismo específico para mandar comandos a un agente para que este realice acciones. SNMP solo puede leer y escribir variables. Sin embargo, es posible utilizar alguna de las propiedades para generar una orden. Un objeto puede ser utilizado para representar una orden, de manera que se realice una acción concreta cuando al objeto se le asigna un valor específico.

PDU Trap

Los agentes utilizan esta PDU para notificar a los gestores de manera asíncrona determinados hechos. Su formato es distinto al que tienen el resto de PDUs de SNMP. Los campos que figuran en su PDU son los siguientes:

- **Enterprise.** Identifica al software agente que generó la PDU trap, generalmente a través del nombre del mismo, fabricante y versión.
- **Dirección del agente.** Indica la dirección IP de la estación remota cuyo agente envió la PDU trap.
- **Tipo de trap.** Permite diferenciar entre traps, e identificar el evento que originó el envío del mensaje. El esquema de codificación es el siguiente:

Tipo de trap	Nombre	Significado
0	Cold Start	El agente SNMP remitente se ha reiniciado automáticamente. Generalmente se debe a un crash

1	Warm start	El agente SNMP se ha reiniciado automáticamente. Generalmente es un reinicio controlado
2	Link down	Señala el fallo de una de las conexiones del agente. El primer elemento de la lista de variables es el nombre y valor de ifIndex del interfaz referido
3	Link up	Señala la aparición de una nueva conexión en el agente. El primer elemento de la lista de variables es el nombre y valor de ifIndex del interfaz referido
4	Autenticantion failure	El agente ha recibido un mensaje que no ha pasado la autenticación
5	EGP neighbourloss	Indica que un vecino EGP ha dejado de contestar
6	Enterprise specific	El agente reconoce la existencia de un evento específico del dispositivo. El campo código específico indica el evento concreto

- **Código específico.** Permite diferenciar eventos específicos diferentes de los generales. Se utiliza en combinación con el campo anterior "tipo de trap" cuyo valor debe ser 6 y con el campo enterprise, del cual depende para su interpretación. Es un medio para que los fabricantes enriquezcan sus productos de red permitiendo detectar otras situaciones diferentes de las especificadas en el estándar.
- **Timestamp.** Contiene el tiempo medido en segundos que ha pasado entre la última reinicialización del sistema remoto y la generación del trap.
- **Lista de variables.** Contiene información adicional relativa al evento. En cada caso se incluyen diferentes variables MIB de la estación remota con sus valores para ilustrar el estado de la misma en el momento en que se produjo el evento.

Estructura de la información de gestión: SMI

La SMI (Structure of Management Information), tal y como se indica en el RFC 1155, define la estructura bajo la cual podrá ser definida y construida una MIB. Señala aspectos tales como el tipo de datos que podrá albergar la MIB, cómo pueden representarse y denominarse los recursos en la MIB, etc.

SMI sólo permite la utilización de tipos de datos simples en la construcción de MIB:escalares y arrays bidimensionales de escalares, y no permite la creación o recuperación de estructuras complejas de datos. SMI proporciona técnicas para:

- Definir la estructura de una MIB particular
- Definir los objetos individuales, la sintaxis y valor de cada objeto
- Codificar el valor de los objetos

Los objetos MIB, así como toda la estructura del MIB, están definidos utilizando ASN.1 (<http://es.wikipedia.org/wiki/ASN.1>)

Los tipos de datos universales definidos por SMI son un subconjunto de los tipos de ASN.1:

- **Integer.** Algunas variables son declaradas como enteros sin restricciones, otras son definidas para tomar valores específicos y otras con valores máximos y mínimos.
- **Octect string.** Es una cadena de 0 o más bytes. Por delante de la cadena se incluye el

- número de bytes que la componen.
- **Object identifier.** Es un identificador de cada uno de los objetos definidos en la MIB.
- **Null.** Indica que la variable correspondiente no tiene ningún valor.
- **Sequence.** Es una estructura similar a la del lenguaje C.
- **Sequence of.** Es la definición de un vector donde todos los elementos tienen el mismo tipo de datos.

Además de estos existen otros tipos de datos pero que no son más que restricciones sobre los tipos universales. Por mencionarlos, estos son:

- Ipaddress
- Physaddress
- Counter
- Gauge
- Opaque
- Timeticks

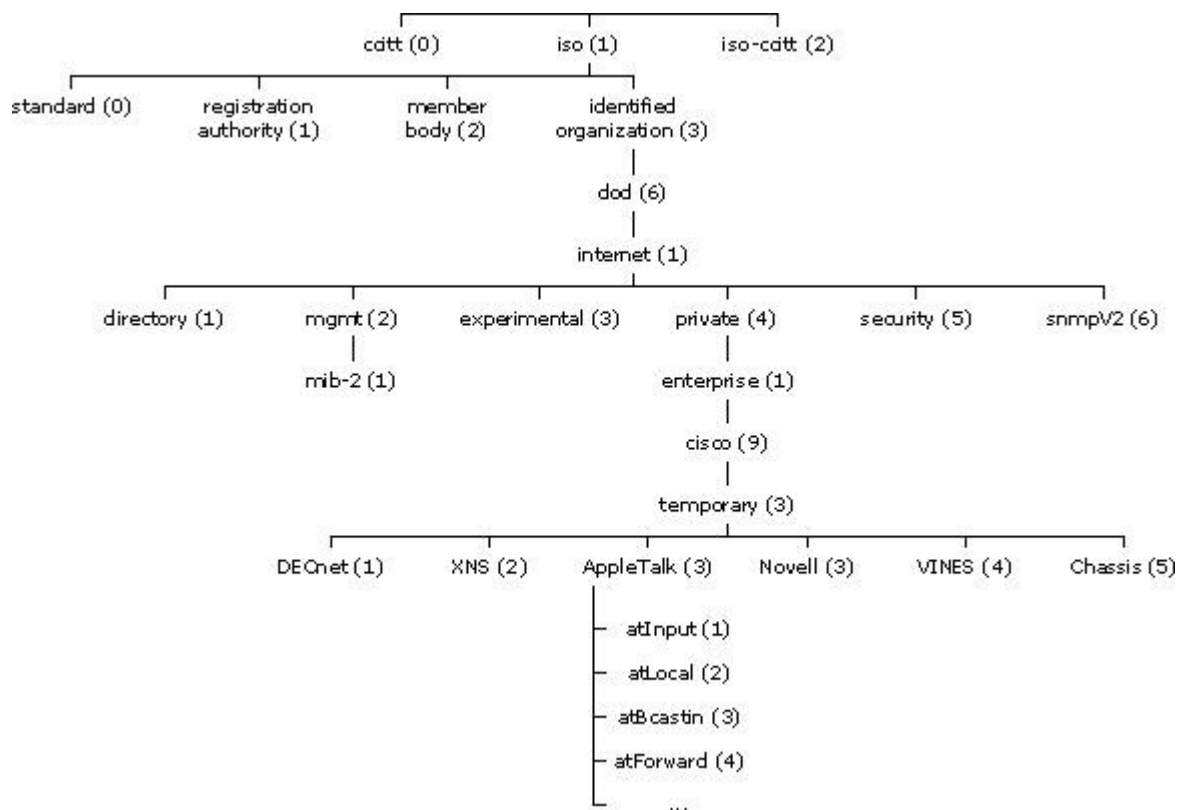
Identificadores de objeto

De todos los tipos de datos los **identificadores de objeto** constituyen el elemento básico para la construcción de la MIB. Es un tipo de dato que especifica un objeto y es asignado por la autoridad competente.

Las normas para la asignación de identificadores de objeto son las siguientes:

- Cada identificador es único, y su valor consiste en una secuencia de números enteros.
- El grupo de objetos definidos formará una estructura en árbol.
- Los objetos concretos estarán en las hojas del árbol.

Un identificador de un objeto es una secuencia de números enteros separados por puntos decimales. Estos tienen una estructura arborescente, similar a la de DNS.



Comenzando a partir de la raíz del árbol de identificadores de objetos, cada valor del componente identificador de objeto identifica una rama del árbol. A partir de la raíz hay tres nodos en el primer nivel: iso,itu-t, y joint-iso-itu-t. Bajo el nodo iso, se usa un subárbol para otras organizaciones, una de las cuales es el DOD(Department Of Defense).

Así, el nodo Internet tiene el valor de identificador 1.3.6.1, que sirve como prefijo para los nodos por debajo de él.

Cada nodo del árbol recibe también un nombre textual con el fin de hacerlo más inteligible.

Nótese que existe una rama denominada private(4).enterprise(1), de esta rama colgarán otras correspondientes a cada empresa, por ejemplo cisco(9) para que estas creen sus propios objetos.

Codificación de la información

Cuando se pasa información entre diferentes arquitecturas, los sistemas deben acordar la representación de esta.

SNMP se basa en dos estándares para la representación de la información: ASN.1

(<http://es.wikipedia.org/wiki/ASN.1>) (Abstract Syntax Notation) y BER (Basic Encoding Rules) el cual es parte de ASN.1.

ASN.1 es un lenguaje de especificación formal que puede ser serializado en una secuencia de bytes haciendo uso de BER. SNMP sólo utiliza un subconjunto de ASN.1, los tipos integer, octet string, object identifier, sequence y null; si se utilizan otros tipos deben poder ser

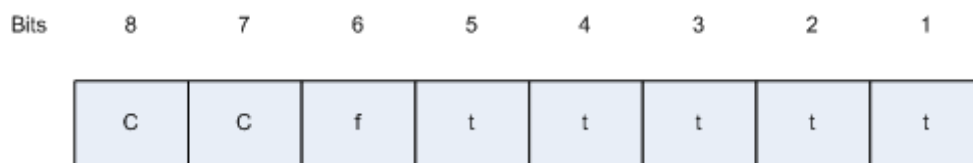
resueltos en estos tipos primitivos.

Hay disponibles compiladores que convierten la especificación de tipos de datos ASN.1 a código C/C++, se crean archivos .h y .c con las definiciones ASN.1 transformadas en equivalentes de lenguaje C así como funciones para serializar/deserializar estos datos.

Las Reglas de Codificación Básicas (http://es.wikipedia.org/wiki/Reglas_de_codificaci%C3%B3n_b%C3%A1sicas) (BER) son las reglas definidas originalmente en el estándar ASN.1 (<http://es.wikipedia.org/wiki/ASN.1>) para codificar información abstracta en un flujo de bits único, esto es, que pueda ser interpretado en cualquier máquina de la misma manera.

Todos los datos codificados usando BER son precedidos por un campo **Tipo y Longitud**. El campo tipo indica la construcción de los datos transportados y el campo longitud su tamaño, lo que permite al receptor descifrar diferentes tipos de información.

Veamos el campo tipo:



Donde:

8	7	Tag class	6	Form	54321
0	0	Universal	0	Primitive	Tag number
0	1	Application wide	1	Constructed	
1	0	Context specific			
1	1	Private use			

Para proporcionar mayor flexibilidad para otras estructuras que puedan necesitarse en el futuro, el campo tipo tiene tres subdivisiones, tal y como muestra la figura; los bits 7 y 8 son denominados Tag class (cc), el bit 6 el Form (f) y los bits 5 al 1 el tag number que identifica el tipo de dato en sí. Si el número de tag vale 31 significa que el campo tipo ocupa más de un byte.

Por ejemplo, el tipo INTEGER es UNIVERSAL, primitivo (simple) y su número de tag es 2, luego se codifica: 00 0 00010.

El campo **Longitud** tiene generalmente un byte, pero puede utilizar más bits para describir estructuras más largas; para ello se utiliza el bit 8 del campo de longitud que cuando se pone a 1 denota que la longitud del propio campo longitud, medida en bytes, viene representada en los restantes 7 bits de dicho campo.

Por ejemplo, la longitud 4 se codifica 0 0000100 y una longitud de mil bytes se codifica 10000010 00000011 11101000. Existe un valor especial de longitud (10000000) para representar una longitud indefinida. El campo valor acaba con un byte especial denominado "Fin de contenido" ("End Of Content" o EOC).

Base de información de gestión (MIB)

La base de información de gestión o MIB es una definición de los objetos que deberían ser proporcionados en cada nodo gestionado por el agente SNMP, para ello identifica los elementos de red, objetos gestionados y define nombres no ambiguos asociados con cada objeto.

Los objetos gestionados están organizados en grupos, cada uno de los cuales se relaciona con un de los protocolos o niveles TCP/IP o con el sistema en sí.

No todos los grupos de variables definidas son obligatorios para todos los componentes, lo que sí es obligatorio es soportar todas las variables que un grupo tiene si soporta algún elemento del grupo.

La descripción que vamos a efectuar corresponde a la versión 2, MIB-II recogida en el RFC 1213.

Los objetos MIB se definen mediante el lenguaje de especificación ASN.1 a partir de una plantilla de definición, que especifica los siguientes puntos:

Object-type	Debe contener el nombre del tipo de objeto con su correspondiente identificador de objeto
Syntax	Sintaxis abstracta de ASN.1 que define la sintaxis del objeto
Definition	Descripción textual del tipo de objeto. Las implementaciones de los distintos fabricantes deben garantizar que se cumple esta definición.
Access	Restricciones de acceso al objeto(lectura, escritura, etc...)
Status	Indica si el objeto es obligatorio para todo nodo, opcional o bien si está obsoleto y se mantiene solo por compatibilidad.

Identificar una instancia dentro de la MIB

Cuando se desea consultar o modificar un valor de un objeto MIB es necesario identificarlo. SNMP solo puede hacer referencia a los nodos finales(hojas) y no a las ramas del árbol; además, SNMP no manipula filas o columnas enteras de una tabla.

Variables simples

Se las referencia añadiendo un punto cero ".0" al identificador de objeto de la variable (p.e. para recuperar la variable atInput que se puede ver en el árbol representado en este documento, usamos la siguiente cadena: 1.3.6.1.4.1.9.3.3.1.0)

Tablas

La identificación de cada entrada de la tabla es más complicada puesto que solo se puede hacer referencia a nodos finales del árbol. Para ello usaremos la PDU GetNextRequest que nos permitirá ir descubriendo cada elemento de una tabla.

Supongamos que existe una tabla en nuestra mib con los siguientes datos:

ipRouteDest	ipRouteMetric1	ipRouteNextHop
9.1.2.3	3	99.0.0.3
10.0.0.51	5	89.1.1.42
10.0.0.99	5	89.1.1.2

Todos los elementos de la tabla son hojas en el árbol pero nosotros solo conocemos los "encabezados" de la tabla. En este caso lo que haremos será usar GetNextRequest para ir descubriendo las entradas de la tabla.

Ejemplo de acceso a tablas

Obviamos la ruta en el arbol hasta llegar a cada entrada para que no salgan cadenas excesivamente farragosas de seguir.

En la PDU de GetNextRequest pediremos las siguientes variables:

```
GetNextRequest(ipRouteDes,ipRouteMetric1,ipRouteNextHop)
```

y recibimos:

```
GetResponse(ipRouteDest.9.1.2.3=9.1.2.3,ipRouteMetric1.9.1.2.3=3,ipRouteNextHop.9.1.2.3=99.0.0.3)
```

Si queremos seguir cogiendo elementos de la tabla:

```
GetNextRequest(ipRouteDest.9.1.2.3,ipRouteMetric1.9.1.2.3,ipRouteNextHop.9.1.2.3)
```

y recibimos:

```
GetResponse(ipRouteDest.10.0.0.51=10.0.0.51,ipRouteMetric1.10.0.0.51=5,ipRouteNextHop.10.0.0.51=89.1.1.42)
```

Es muy importante tener en cuenta que todos los objetos MIB están ordenados lexicográficamente de acuerdo a sus identificadores. Esto hace que las entradas de las tablas estén ordenadas en primer lugar por columnas y en segundo lugar por filas.