



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**X.743**

(06/98)

SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN  
ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

Gestión de interconexión de sistemas abiertos –  
Funciones de gestión y funciones de arquitectura de  
gestión distribuida abierta

---

**Tecnología de la información – Interconexión de  
sistemas abiertos – Gestión de sistemas:  
Función de gestión del tiempo**

Recomendación UIT-T X.743

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES DE LA SERIE X DEL UIT-T  
**REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS**

<b>REDES PÚBLICAS DE DATOS</b>	
Servicios y facilidades	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmisión, señalización y conmutación	X.50–X.89
Aspectos de redes	X.90–X.149
Mantenimiento	X.150–X.179
Disposiciones administrativas	X.180–X.199
<b>INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Modelo y notación	X.200–X.209
Definiciones de los servicios	X.210–X.219
Especificaciones de los protocolos en modo conexión	X.220–X.229
Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión	X.230–X.239
Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo	X.240–X.259
Identificación de protocolos	X.260–X.269
Protocolos de seguridad	X.270–X.279
Objetos gestionados de capa	X.280–X.289
Pruebas de conformidad	X.290–X.299
<b>INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES</b>	
Generalidades	X.300–X.349
Sistemas de transmisión de datos por satélite	X.350–X.399
<b>SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES</b>	<b>X.400–X.499</b>
<b>DIRECTORIO</b>	<b>X.500–X.599</b>
<b>GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS</b>	
Gestión de redes	X.600–X.629
Eficacia	X.630–X.639
Calidad de servicio	X.640–X.649
Denominación, direccionamiento y registro	X.650–X.679
Notación de sintaxis abstracta uno	X.680–X.699
<b>GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Marco y arquitectura de la gestión de sistemas	X.700–X.709
Servicio y protocolo de comunicación de gestión	X.710–X.719
Estructura de la información de gestión	X.720–X.729
<b>Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta</b>	<b>X.730–X.799</b>
<b>SEGURIDAD</b>	<b>X.800–X.849</b>
<b>APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Compromiso, concurrencia y recuperación	X.850–X.859
Procesamiento de transacciones	X.860–X.879
Operaciones a distancia	X.880–X.899
<b>PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO</b>	<b>X.900–X.999</b>

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

**NORMA INTERNACIONAL 10164-20**

**RECOMENDACIÓN UIT-T X.743**

**TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN – INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS  
ABIERTOS – GESTIÓN DE SISTEMAS: FUNCIÓN DE GESTIÓN DEL TIEMPO**

**Orígenes**

El texto de la Recomendación UIT-T X.743 se aprobó el 26 de junio de 1998. Su texto se publica también, en forma idéntica, como Norma Internacional ISO/CEI 10164-20.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

		<i>Página</i>
1	Ámbito .....	1
2	Referencias normativas .....	1
	2.1 Recomendaciones   Normas Internacionales idénticas .....	2
	2.2 Pares de Recomendaciones   Normas Internacionales de contenido técnico equivalente.....	3
	2.3 Referencias adicionales.....	3
3	Definiciones .....	3
	3.1 Definiciones de marco de gestión .....	3
	3.2 Definiciones de la visión general de la gestión de sistemas .....	4
	3.3 Definiciones de servicio común de información de gestión (CMIS).....	4
	3.4 Definiciones del modelo de información de gestión .....	4
	3.5 Directrices para la definición de las definiciones de objetos gestionados .....	4
	3.6 Definiciones de las declaraciones de conformidad de implementación .....	4
	3.7 Definiciones adicionales .....	4
4	Abreviaturas .....	5
5	Convenciones .....	5
6	Requisitos.....	6
	6.1 Requisitos de la representación del tiempo .....	6
	6.2 Requisitos de exactitud y precisión del tiempo .....	6
	6.3 Requisitos de difusión de información horaria.....	7
	6.4 Requisitos de fiabilidad del servicio horario.....	7
	6.5 Requisitos de reloj local.....	7
7	Modelo .....	8
	7.1 Funcionalidad genérica de tiempo .....	8
	7.2 Función gestión del tiempo .....	9
	7.2.1 Recursos relacionados con el tiempo .....	9
	7.2.2 Funciones gestión del tiempo.....	10
	7.2.3 Objetos gestionados definidos por la función gestión del tiempo .....	10
	7.2.4 Objeto gestionado fuente de reloj (clockSource) .....	11
	7.2.5 Objeto gestionado protocolo de sincronización (synchronizationProtocol) .....	12
	7.3 Función coordinación de relojes .....	12
	7.3.1 Protocolo de sincronización horaria.....	12
	7.3.2 Procedimientos de sincronización horaria .....	13
	7.4 Función usuario de tiempo.....	14
8	Definiciones genéricas .....	14
	8.1 Representación del tiempo .....	14
	8.2 Clases de objeto gestionado.....	14
	8.2.1 Fuente de reloj (clock source).....	14
	8.2.2 Reloj local (local clock).....	15
	8.2.3 Reloj de referencia (Reference Clock).....	15
	8.2.4 Protocolo de sincronización .....	15
	8.3 Definiciones de atributos .....	16
	8.3.1 Intervalo de ajuste de reloj .....	16
	8.3.2 Deriva de reloj .....	16
	8.3.3 Error estimado de reloj .....	16
	8.3.4 Código de evento de reloj .....	16
	8.3.5 Contador de eventos de reloj .....	16

8.3.6	Hora de evento de reloj .....	16
8.3.7	ID de reloj .....	16
8.3.8	Error máximo de reloj .....	16
8.3.9	Precisión de reloj .....	16
8.3.10	Situación de reloj .....	16
8.3.11	Estrato de reloj .....	16
8.3.12	Valor de reloj .....	16
8.3.13	Cuenta de segundos intercalares .....	16
8.3.14	Indicación de segundo intercalar .....	16
8.3.15	Dirección de reloj local .....	16
8.3.16	Direcciones de relojes pares .....	16
8.3.17	Tipo de reloj de referencia .....	16
8.3.18	ID de protocolo de sincronización .....	16
8.3.19	Tipo de protocolo de sincronización .....	17
8.3.20	Dirección de fuente de sincronización .....	17
8.3.21	Reloj sincronizado .....	17
8.3.22	Relojes de sincronización .....	17
8.4	Definiciones de acciones.....	17
8.4.1	Reiniciación de reloj .....	17
8.4.2	Segundo intercalar .....	17
8.4.3	Reiniciación de protocolo .....	17
8.5	Definiciones de vinculaciones de nombres .....	17
8.5.1	Fuente de reloj – Sistema.....	17
8.5.2	Protocolo de sincronización – Sistema .....	17
9	Definiciones de servicios.....	17
9.1	Servicio PT-CREACIÓN.....	18
9.2	Servicio PT-SUPRESIÓN .....	18
9.3	Servicio PT-FIJACIÓN .....	18
9.4	Servicio PT-OBTENCIÓN .....	18
9.5	Servicio cambio de estado .....	18
9.6	Servicio reiniciación de reloj .....	18
9.7	Servicio segundo intercalar.....	19
9.8	Servicio reiniciación de protocolo .....	19
10	Unidades funcionales .....	21
11	Protocolo .....	21
11.1	Elementos de procedimiento.....	21
11.1.1	Procedimiento de reiniciación de reloj.....	21
11.1.2	Procedimiento de segundo intercalar .....	21
11.1.3	Procedimiento de iniciación de protocolo .....	22
11.2	Sintaxis abstracta .....	23
11.2.1	Objetos.....	23
11.2.2	Atributos .....	23
11.2.3	Acciones .....	23
11.2.4	Vinculaciones de nombres .....	23
11.3	Negociación de unidades funcionales .....	24
12	Relaciones con otras funciones .....	24
13	Conformidad .....	24
13.1	Conformidad estática .....	24
13.2	Conformidad dinámica.....	24
13.3	Requisitos para los formularios de declaración de conformidad de implementación asociados con la gestión.....	24
Anexo A	– Definición de la información de gestión del tiempo.....	26
A.1	Clases de objeto gestionado .....	26
A.1.1	Fuente de reloj .....	26
A.1.2	Reloj local .....	27
A.1.3	Reloj de referencia .....	27
A.1.4	Protocolo de sincronización .....	27

	<i>Página</i>
A.2	Definiciones de atributos ..... 28
A.2.1	Intervalo de ajuste de reloj ..... 28
A.2.2	Deriva de reloj ..... 28
A.2.3	Error estimado de reloj ..... 28
A.2.4	Código de evento de reloj ..... 28
A.2.5	Contador de eventos de reloj ..... 28
A.2.6	Hora de evento de reloj ..... 28
A.2.7	ID de reloj ..... 29
A.2.8	Error máximo de reloj ..... 29
A.2.9	Precisión de reloj ..... 29
A.2.10	Situación de reloj ..... 29
A.2.11	Estrato de reloj ..... 29
A.2.12	Valor de reloj ..... 29
A.2.13	Cuenta de segundos intercalares ..... 30
A.2.14	Indicación de segundo intercalar ..... 30
A.2.15	Dirección de reloj local ..... 30
A.2.16	Direcciones de relojes pares ..... 30
A.2.17	Tipo de reloj de referencia ..... 30
A.2.18	ID de protocolo de sincronización ..... 30
A.2.19	Tipo de protocolo de sincronización ..... 31
A.2.20	Dirección de fuente de sincronización ..... 31
A.2.21	Reloj sincronizado ..... 31
A.2.22	Relojes de sincronización ..... 31
A.3	Definiciones de acciones..... 31
A.3.1	Reiniciación de reloj ..... 31
A.3.2	Segundo intercalar ..... 31
A.3.3	Reiniciación de protocolo ..... 32
A.4	Definiciones de vinculaciones de nombres ..... 32
A.4.1	fuentes de reloj-sistema ..... 32
A.4.2	protocolo de sincronización-sistema ..... 32
A.5	Módulo de definición ASN.1 para la información de gestión ..... 32
A.6	Módulo de definición ASN.1 para la representación del tiempo ..... 36
Anexo B	– Protocolo de señales horarias de red e información de gestión del tiempo ..... 37
B.1	El protocolo de señales horarias de red ..... 37
B.2	Definición de clase de objeto gestionado Protocolo ntp ..... 37
B.3	Definiciones de atributos ..... 37
B.3.1	Tamaño de filtro..... 37
B.3.2	Ponderación de filtro..... 38
B.3.3	Envejecimiento máximo de reloj ..... 38
B.3.4	Dispersión máxima ..... 38
B.3.5	Distancia máxima..... 38
B.3.6	Intervalo máximo de interrogación secuencial..... 38
B.3.7	Máximo de relojes para selección ..... 38
B.3.8	Oblicuidad máxima..... 39
B.3.9	Estrato máximo ..... 39
B.3.10	Dispersión mínima ..... 39
B.3.11	Intervalo mínimo de interrogación secuencial ..... 39
B.3.12	Mínimo de relojes para selección..... 39
B.3.13	Tamaño de registro de alcanzabilidad..... 39
B.3.14	Ponderación de selección..... 40
Anexo C	– Servicio horario distribuido e información de gestión del tiempo ..... 40
C.1	El servicio horario distribuido ..... 40
C.2	Objeto gestionado Protocolo dts ..... 40
Anexo D	– Formulario de MCS ..... 40
D.1	Introduction..... 40
D.1.1	Purpose and structure..... 40
D.1.2	Instructions for completing the MCS proforma to produce an MCS ..... 40
D.1.3	Symbols, abbreviations and terms..... 41

D.2	Identification of the implementation .....	41
D.2.1	Date of statement .....	41
D.2.2	Identification of the implementation .....	41
D.2.3	Contact.....	41
D.3	Identification of the Recommendation   International Standard in which the management information is defined.....	42
D.3.1	Technical corrigenda implemented.....	42
D.3.2	Amendments implemented.....	42
D.4	Management conformance summary.....	42
Anexo E	– Formulario de MICS.....	45
E.1	Introduction.....	45
E.2	Instructions for completing the MICS proforma to produce a MICS.....	45
E.3	Symbols, abbreviations and terms.....	45
E.4	Statement of conformance to the management information.....	45
E.4.1	Attributes .....	45
E.4.2	Create and delete management operations .....	47
E.4.3	Actions.....	49
E.4.4	Notification .....	49
Anexo F	– Formulario de MOCS .....	50
F.1	Introduction.....	50
F.1.1	Instructions for completing the MOCS proforma to produce a MOCS.....	51
F.1.2	Symbols, abbreviations and terms.....	51
F.2	localClock.....	51
F.2.1	Statement of conformance to the managed object class .....	51
F.2.2	Packages .....	52
F.2.3	Attributes .....	52
F.2.4	Action .....	54
F.2.5	Notification .....	55
F.3	referenceClock.....	56
F.3.1	Statement of conformance to the managed object class .....	56
F.3.2	Packages .....	56
F.3.3	Attributes .....	57
F.3.4	Actions.....	58
F.3.5	Notification .....	59
F.4	synchronizationProtocol .....	60
F.4.1	Statement of conformance to the managed object class .....	60
F.4.2	Packages .....	60
F.4.3	Attributes .....	61
F.4.4	Actions.....	62
F.5	ntpProtocol.....	63
F.5.1	Statement of conformance to the managed object class .....	63
F.5.2	Packages .....	63
F.5.3	Attributes .....	64
F.5.4	Actions.....	65
Anexo G	– Formulario de MRCS para vinculaciones de nombre .....	66
G.1	Introduction.....	66
G.2	Instructions for completing the MRCS proforma for name binding to produce a MRCS2.....	66
G.3	Statement of conformance to the name binding.....	66
Anexo H	– Visión general de los protocolos comunes de coordinación de relojes .....	68
H.1	Protocolo de señales horarias de red .....	68
H.1.1	Estructura de la subred de sincronización NTP .....	68
H.1.2	Cómo se determina la desviación de reloj.....	69
H.1.3	Modelo de NTP .....	70
H.1.4	Algoritmo para filtrado de datos .....	70
H.1.5	Algoritmos de selección de pares y combinación .....	70
H.1.6	Modelo de reloj local .....	71

	<i>Página</i>
H.2 Servicio horario distribuido .....	71
H.2.1 Cómo obtener un valor horario .....	71
H.2.2 Cómo calcular el tiempo correcto .....	73
H.2.3 Cómo ajustar el reloj.....	74
H.2.4 Cómo determinar el error máximo.....	75
H.2.5 Fallos locales .....	76
H.2.6 Configuración .....	76
H.2.7 Correos.....	77
H.2.8 Cómo determinar la sincronización próxima .....	77
H.2.9 Cómo mantener las listas de servidores .....	78
H.2.10 Comprobación de los servidores con fallos .....	78
H.3 Sincronización probabilística de reloj.....	78
H.3.1 Hipótesis .....	79
H.3.2 Cómo leer un reloj distante .....	79
H.3.3 Cómo leer un reloj distante con una precisión especificada.....	81
H.3.4 Cómo mantener los relojes sincronizados .....	81
H.3.5 Ajuste de reloj.....	81
H.3.6 Conclusión .....	82
H.4 Referencias adicionales.....	82
Anexo I – Servicio de usuario de tiempo.....	83
I.1 Exactitud y precisión.....	83
I.2 Formatos de usuario de tiempo .....	83
I.3 Segundos intercalares.....	83
I.4 Valores horarios para la ordenación de eventos .....	84

## Introducción

Las Recs. UIT-T de la serie X.700 | ISO/CEI 10164 es una serie de Recomendaciones | Normas Internacionales desarrolladas de acuerdo con la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1 y la Rec. UIT-T X.700 | ISO/CEI 7498-4. Las Recs. UIT-T de la serie X.700 | ISO/CEI 10164 están relacionadas con las siguientes Normas Internacionales:

- Recomendación X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595:1990, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Definición del servicio común de información.*
- Recomendaciones X.711 y X.712 del CCITT | ISO/CEI 9596:1990, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Especificación del protocolo común de información de gestión.*
- Recomendación X.701 del CCITT | ISO/CEI 10040:1992, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Vision general de la gestión de sistemas.*
- Recomendaciones de la serie X.730, X.740 del CCITT y las Recomendaciones de la serie X.750 | ISO/CEI 10064:1992, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas.*

Inevitablemente, la normalización de la gestión OSI entraña el trabajo coordinado de un número de organismos de normalización. La Comisión de Estudio 7 del UIT-T, y el Subcomité 21/Grupos de Trabajo 4 del Comité Técnico Mixto 1 (JTC 1 SC 21/WG 4) de la ISO/CEI se encargan conjuntamente de elaborar Recomendaciones | Normas Internacionales que describen la arquitectura de gestión OSI, los servicios, protocolos y funciones que se utilizan para gestionar los sistemas, y la estructura de la información de gestión. Otros Grupos de Trabajo del UIT-T, ISO/CEI JTC 1 SC 21, ISO/CEI JTC 1 SC 6 y de otros organismos se encargan de elaborar Recomendaciones | Normas Internacionales que describen los aspectos de gestión de capas particulares del modelo básico de referencia OSI; se describen los protocolos de gestión de (N) capas, los aspectos de gestión de la operación de (N) capas y los objetos gestionados, que proporcionan una "visión de gestión" de los aspectos del funcionamiento de las capas y son visibles a la gestión de los sistemas.

## NORMA INTERNACIONAL

## RECOMENDACIÓN UIT-T

## TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN – INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS – GESTIÓN DE SISTEMAS: FUNCIÓN DE GESTIÓN DEL TIEMPO

### 1 **Ámbito**

Esta Recomendación | Norma Internacional define una función de gestión de sistemas que un proceso de aplicación en un entorno de gestión, centralizado o descentralizado, puede utilizar para interactuar a efectos de la gestión de sistemas, como se define en la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1. En esta Recomendación | Norma Internacional se define una función, que consiste en definiciones genéricas, servicios y unidades funcionales. Está situada en la capa de aplicación de la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1 y se define según el modelo proporcionado en ISO 9545. El rol de las funciones de gestión de sistemas se describe en la Rec. X.701 del CCITT | ISO/CEI 10040.

Esta Recomendación | Norma Internacional:

- define un servicio para la gestión de relojes aplicable a la gestión OSI y disponible para su utilización por aplicaciones OSI y otras diferentes;
- establece requisitos de usuario para esta Recomendación | Norma Internacional;
- establece un modelo de la función gestión del tiempo, formado por los componentes de un servicio horario genérico utilizado para la comunicación entre sistemas, que relaciona el servicio y las definiciones genéricas proporcionadas por esta función con los requisitos de usuario;
- define clases de objeto genéricas, tipos de atributo, tipos de operación, tipos de notificación y parámetros documentados de conformidad con la Rec. X.722 del CCITT | ISO/CEI 10165-4;
- especifica los requisitos de cumplimiento de otras normas que hacen uso de estas definiciones genéricas;
- define los servicios proporcionados por la función;
- especifica el protocolo de gestión necesario para proporcionar esos servicios;
- define la relación entre esos servicios y las operaciones y notificaciones de gestión de sistemas;
- especifica la sintaxis abstracta con la que se identifica y negocia la unidad de función del protocolo;
- define las relaciones con otras funciones de gestión de sistema;
- especifica los requisitos de conformidad que satisfarán las implementaciones de esta Recomendación | Norma Internacional;
- identifica los protocolos de sincronización horaria.

Esta Recomendación | Norma Internacional no:

- trata el suministro de información horaria a un sistema local;
- define la naturaleza de cualquier implementación que suministre la función de gestión del tiempo;
- especifica la manera en que el usuario de la función gestión del tiempo realiza la gestión;
- define la naturaleza de cualquier interacción que resulte en la utilización de la función gestión del tiempo;
- especifica los servicios necesarios para el establecimiento, uso, y liberación normal o anormal de una asociación de gestión.

### 2 **Referencias normativas**

Las siguientes Recomendaciones y Normas Internacionales contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación | Norma Internacional. Al efectuar esta publicación,

estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y Normas son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que los participantes en acuerdos basados en la presente Recomendación | Norma Internacional investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y las Normas citadas a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes. La Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones de UIT mantiene una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

## 2.1 Recomendaciones | Normas Internacionales idénticas

- Recomendación UIT-T X.210 (1993) | ISO/CEI 10731:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: Convenios para la definición de servicios en la interconexión de sistemas abiertos.*
- Recomendación X.701 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10040:1992, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Visión general de la gestión de sistemas*<sup>1)</sup>.
- Recomendación X.720 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-1:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Modelo de información de gestión.*
- Recomendación X.721 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-2:1992, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Definición de la información de gestión.*
- Recomendación X.722 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-4:1992, *Tecnología de la información – Estructura de la información de gestión: Directrices para la definición de objetos gestionados .*
- Recomendación UIT-T X.723 (1993) | ISO/CEI 10165-5:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Información de gestión genérica.*
- Recomendación UIT-T X.724 (1996) | ISO/CEI 10165-6:1997, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Requisitos y directrices para los formularios de declaración de conformidad de implementación asociados con la gestión de interconexión de sistemas abiertos.*
- Recomendación X.730 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-1:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de gestión de objetos .*
- Recomendación X.731 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-2:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de gestión de estados .*
- Recomendación X.732 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-3:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Atributos para la representación de relaciones .*
- Recomendación UIT-T X.738 (1993) | ISO/CEI 10164-13:1995, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de sumario .*
- Recomendación UIT-T X.739 (1993) | ISO/CEI 10164-11:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Objetos métricos y atributos de medición .*
- Recomendación X.740 del CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-8:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de pista de auditoría de seguridad .*
- Recomendación UIT-T X.741 (1995) | ISO/CEI 10164-9:1995, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Objetos y atributos para el control de acceso .*
- Recomendación UIT-T X.742 (1995) | ISO/CEI 10164-10:1995, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de cómputo de utilización para contabilidad.*
- Recomendación UIT-T X.745 (1993) | ISO/CEI 10164-12:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de gestión de prueba .*
- Recomendación UIT-T X.746 (1995) | ISO/CEI 10164-15:1995, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: Función de planificación .*

---

<sup>1)</sup> Enmendada en la Rec. UIT-T X.701/corr.2 | ISO/CEI 10040/corr.2.

## 2.2 Pares de Recomendaciones | Normas Internacionales de contenido técnico equivalente

- Recomendación X.208 del CCITT (1988), *Especificación de la notación de sintaxis abstracta uno (NSA.1)*.  
ISO/CEI 8824:1990, *Information technology – Open Systems Interconnection – Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*.
- Recomendación X.209 del CCITT (1988), *Especificación de las reglas básicas de codificación de la notación de sintaxis abstracta uno (NSA.1)*.  
ISO/CEI 8825:1990, *Information technology – Open Systems Interconnection – Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*.
- Recomendación UIT-T X.291 (1995), *Metodología y marco de las pruebas de conformidad de interconexión de sistemas abiertos de las Recomendaciones sobre los protocolos para aplicaciones del UIT-T – Especificación de sucesiones de pruebas abstractas*.  
ISO/CEI 9646-2:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 2: Abstract Test Suite specification*.
- Recomendación UIT-T Recomendación X.296 (1995), *Metodología y marco de las pruebas de conformidad de interconexión de sistemas abiertos de las Recomendaciones sobre los protocolos para aplicaciones del UIT-T – Declaraciones de conformidad de implementación*.  
ISO/CEI 9646-7:1995, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 7: Implementation Conformance Statements*.
- Recomendación X.700 del CCITT (1992), *Marco de gestión para la interconexión de sistemas abiertos para aplicaciones del CCITT*.  
ISO/CEI 7498-4:1989, *Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 4: Management framework*.
- Recomendación X.710 del CCITT (1991), *Definición del servicio común de información de gestión para aplicaciones del CCITT*.  
ISO/CEI 9595:1991, *Information technology – Open Systems Interconnection – Common management information service definition*.
- Recomendación X.711 del CCITT (1991), *Especificación del protocolo común de información de gestión para aplicaciones del CCITT*.  
ISO/CEI 9596-1:1991, *Information technology – Open Systems Interconnection – Common management information protocol – Part 1: Specification*.

## 2.3 Referencias adicionales

- Recomendación UIT-T M.3100 (1995), *Modelo genérico de información de red*.
- Recomendación UIT-T M.3101 (1995), *Declaraciones de conformidad de objeto gestionado para el modelo genérico de información de red*.
- ISO/TR 8509:1987, *Information processing systems – Open Systems Interconnection – Service conventions*.

## 3 Definiciones

A los efectos de esta Recomendación | Norma Internacional se aplicarán las definiciones siguientes.

### 3.1 Definiciones de marco de gestión

Esta Recomendación | Norma Internacional utiliza el término siguiente definido en la Rec. X.700 del CCITT | ISO/CEI 7498-4:

- objeto gestionado.

### 3.2 Definiciones de la visión general de la gestión de sistemas

Esta Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. X.701 del CCITT | ISO/CEI 10040:

- a) clase de objeto gestionado;
- b) declaración de conformidad de información de gestión (MICS);
- c) declaración de conformidad de objeto gestionado (MOCS);
- d) formulario de MICS;
- e) formulario de MOCS;
- f) notificación.

### 3.3 Definiciones de servicio común de información de gestión (CMIS)

En esta Recomendación | Norma Internacional se utiliza el término siguiente definido en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595:

- atributo.

### 3.4 Definiciones del modelo de información de gestión

En esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan los siguientes términos definidos en la Rec. X.720 del CCITT | ISO/CEI 10165-1:

- a) acción;
- b) comportamiento;
- c) vinculación de nombres;
- d) lote;
- e) superclase.

### 3.5 Directrices para la definición de las definiciones de objetos gestionados

En esta Recomendación | Norma Internacional se utiliza el término siguiente definido en la Rec. X.722 del CCITT | ISO/CEI 10165-4:

- plantilla.

### 3.6 Definiciones de las declaraciones de conformidad de implementación

En esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan los siguientes términos definidos en la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6:

- a) declaración de conformidad de relación gestionada (MRCS);
- b) sumario de conformidad de gestión (MCS);
- c) formulario de MCS;
- d) formulario de MRCS.

### 3.7 Definiciones adicionales

A los efectos de esta Recomendación | Norma Internacional se aplicarán las siguientes definiciones.

**3.7.1 velocidad real de reloj:** Frecuencia o velocidad a la que marcha el reloj, incluidas las modificaciones que resultan del ajuste de frecuencia o adecuación del reloj. La velocidad real de reloj es equivalente a la velocidad básica de reloj cuando no se efectúan ajustes de frecuencia o antes de efectuarlos.

**3.7.2 exactitud:** Grado en que el valor horario y la frecuencia de un reloj concuerdan con el UTC.

**3.7.3 tasa de ajuste:** Frecuencia o velocidad con la que se aplica un único ajuste de tiempo al reloj local.

**3.7.4 velocidad básica de reloj:** Frecuencia o velocidad a la que marcha el reloj en ausencia de modificaciones ocasionadas por ajustes de frecuencia.

- 3.7.5 Tiempo Universal Coordinado (UTC, coordinated universal time):** Referencia horaria que se considera universalmente correcta. El UTC se adoptó en la Recomendación 470 del CCIR y se describe en el Informe 517 del CCIR. Ésta no es una representación generalizada del tiempo ASN.1.
- 3.7.6 reloj correcto:** Reloj en el que el valor absoluto del error es inferior a su error máximo.
- 3.7.7 separación de frecuencia:** La primera derivada del error de reloj. La separación de frecuencia es la velocidad real de cambio del error de reloj.
- 3.7.8 error de reloj:** Diferencia de tiempo entre las lecturas del reloj y el UTC en el mismo instante.
- 3.7.9 reloj operativo:** Reloj en el que la separación de frecuencia está dentro de su error máximo de frecuencia o al que se le está efectuando un ajuste. Téngase en cuenta que un reloj operativo puede estar bien o mal (correcto/incorrecto).
- 3.7.10 granularidad:** Precisión máxima admitida por una representación del tiempo.
- 3.7.11 reloj local:** Conjunto de dispositivos y programas informáticos que constituye la fuente local de tiempo de un sistema.
- 3.7.12 deriva máxima de un reloj:** Valor máximo de separación de frecuencia especificado por el fabricante.
- 3.7.13 error máximo de un reloj:** Límite de error máximo del valor absoluto del error de reloj.
- 3.7.14 precisión:** Valor más pequeño que determina un cambio del reloj.
- 3.7.15 sintonía:** Estado en el que el reloj local marcha correctamente y su máximo error se encuentra dentro del error máximo especificado por el usuario.
- 3.7.16 dominio de sincronización:** Conjunto de relojes locales que intervienen en el intercambio de información horaria a efectos de coordinación. Comprende el reloj local y los recursos de reloj para coordinación. Los miembros de este conjunto se definen mediante consideraciones administrativas, de plataforma o de entorno.
- 3.7.17 fuente de sincronización:** La elegida por un algoritmo de política para la sincronización horaria.
- 3.7.18 diferencia de tiempos:** Diferencia algebraica entre las lecturas de dos relojes en el mismo instante.

## 4 Abreviaturas

A los efectos de esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan las siguientes siglas:

DTS	Servicio horario distribuido ( <i>distributed time service</i> )
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición ( <i>global positioning system</i> )
LAN	Red de área local ( <i>local area network</i> )
NTP	Protocolo de señales horarias de red ( <i>network time protocol</i> )
PCS	Sincronización probabilística de reloj ( <i>probabilistic clock synchronization</i> )
RPC	Llamada a procedimiento distante ( <i>remote procedure call</i> )
UTC	Tiempo Universal Coordinado ( <i>coordinated universal time</i> )

## 5 Convenciones

Esta Recomendación | Norma Internacional define los servicios para la función gestión del tiempo conforme a las convenciones definidas en ISO/TR 8509.

En los cuadros de parámetros se utiliza la siguiente notación:

- M El parámetro es obligatorio
- C El parámetro es condicional
- (=) El valor del parámetro es idéntico al del parámetro correspondiente en la interacción descrita por la primitiva de servicio conexa que lo antecede
- U La utilización del parámetro es una opción de usuario de servicio
- El parámetro no está presente en la interacción descrita por la primitiva en cuestión.

## 6 Requisitos

Es requisito de las funciones de gestión de sistema que se anote rigurosamente el instante de ocurrencia de las notificaciones de alarma, notificaciones de evento de avería, notificaciones de sumario y observaciones de valores de atributo de objeto gestionado. Las observaciones de valores de atributo de objeto gestionado son: hora de observación del valor de atributo, hora en que se cambió el valor de atributo y cálculos de intervalo horario. Asimismo, la gestión de sistema comprende la planificación de los objetos gestionados. La planificación consiste en el control de atributos de objeto, como hora de arranque, hora de parada, hora de comienzo y hora de terminación, y en el seguimiento de segundos, horas, semanas, meses y años. Además, las aplicaciones que están fuera del alcance de la gestión de sistema necesitan un servicio horario estable y robusto.

El objetivo de servicio de la función gestión del tiempo es proporcionar información horaria correcta, exacta y estable entre los sistemas. La implementación de la función gestión del tiempo será coherente con la aplicación del sistema de comunicaciones de usuario.

Los requisitos derivados se resumen a continuación y detallan en las subcláusulas siguientes:

La función gestión del tiempo:

- definirá una representación del tiempo que contiene un valor horario y una exactitud, tiene una granularidad de al menos 1 nanosegundo, una gama de años de al menos 1 a 3000 de la era común y representa instantes de tiempo que ocurren en días intercalares,
- proporcionará tiempos exactos y correctos,
- minimizará los errores de señal horaria y frecuencia de cada sistema,
- incluirá la difusión de información horaria a otros sistemas,
- mantendrá la corrección de los relojes,
- será robusta con respecto a los fallos únicos,
- proporcionará mecanismos para fijar o ajustar el valor horario del reloj local,
- proporcionará mecanismos para configurar automáticamente la subred de sincronización, y
- proporcionará mecanismos para ajustar la frecuencia del reloj local.

### 6.1 Requisitos de la representación del tiempo

La función gestión del tiempo definirá una representación del tiempo que contiene un valor horario y una exactitud. La representación del tiempo tendrá una granularidad igual o menor a 1 nanosegundo. La gama de la representación del tiempo abarcará el periodo que va del año 1 al 3000 de la era común.

NOTA – La información siguiente se proporciona para ilustrar el periodo de tiempo y la granularidad que se puede representar en 64 bits. Una representación del tiempo de 64 bits con una granularidad de 100 nanosegundos abarcará aproximadamente 59 973 años. Si se reduce la granularidad a un nanosegundo, la gama de tiempo representada se reducirá a unos 600 años.

La representación del tiempo representará instantes de tiempo que ocurren en días intercalares.

No es necesario que permita la representación directa de instantes de tiempo que ocurren en segundos intercalares.

### 6.2 Requisitos de exactitud y precisión del tiempo

Cada valor horario tendrá asociadas una exactitud y una precisión. La precisión se refleja en la exactitud y también es un parámetro separado. La exactitud se puede representar en términos de error estimado.

NOTA – Para los entornos especializados, quizás sea necesario especificar requisitos de exactitud y precisión. Este aspecto se analiza al abordar el servicio usuario de tiempo en el anexo I.

Los parámetros del protocolo de gestión del tiempo no restringirán la exactitud de cualquier reloj de un sistema. Un protocolo de gestión del tiempo minimizará el error y el error máximo de un reloj de sistema, conforme a las limitaciones de las redes y los dispositivos subyacentes.

Los parámetros del protocolo de gestión del tiempo no restringirán los límites de desviación de dos relojes de sistema. El protocolo de gestión del tiempo minimizará la desviación entre dos relojes de sistema, conforme a las limitaciones de las redes y los dispositivos subyacentes.

El protocolo de gestión del tiempo proporcionará una indicación del error máximo para cada sistema. (Esto hace que se limite implícitamente la desviación máxima posible, puesto que se trata de la suma de dos errores máximos.)

Opcionalmente, la función gestión del tiempo proporcionará al usuario un parámetro de gestión que permite especificar la exactitud necesaria del reloj local.

### 6.3 Requisitos de difusión de información horaria

La función gestión del tiempo posibilitará la difusión de información horaria entre sistemas. La función gestión del tiempo será aplicable en una red de área amplia, que puede tener grandes retardos estocásticos en los trayectos de transmisión.

La función gestión del tiempo tendrá un mecanismo para la inclusión de los segundos intercalares.

### 6.4 Requisitos de fiabilidad del servicio horario

La función gestión del tiempo mantendrá la corrección de los relojes. Si todos los relojes de un dominio de sincronización son operativos y están correctos en algún momento, seguirán estando correctos en momentos posteriores.

La función gestión del tiempo será configurable de forma que sea robusta contra los fallos únicos, incluidos los inducidos intencionalmente. Dicho con más claridad, se podrá configurar la función gestión del tiempo de forma que en una red gestionada, cuando el reloj de un solo sistema falle o esté afectado, ello no incida en la corrección de los relojes de cualquier otro sistema. Esto incluye el fallo de un reloj externo de referencia.

Cada sistema horario local mantendrá información sobre el estado de su propio servicio horario y de los estados de los servicios horarios con los que intercambia información horaria. Al detectar una avería en su propio sistema o en un sistema distante, emitirá notificaciones para su posible transmisión a un sistema de gestión.

La función gestión del tiempo será autocorrectiva cuando se producen fallo únicos. Específicamente, cuando un único sistema de una red gestionada tiene un reloj operativo, pero incorrecto, hará lo necesario para que se convierta en un reloj correcto.

Los relojes locales deberán proporcionar información horaria exacta y correcta, incluso cuando los trayectos de transmisión tengan retardos estocásticos relativamente grandes.

### 6.5 Requisitos de reloj local

La implementación de un reloj local cae fuera del alcance de esta Recomendación | Norma Internacional. Sin embargo, para soportar la función gestión del tiempo, un reloj local tiene los requisitos siguientes.

El reloj local tendrá mecanismos para ponerse en hora cuando se efectúa la inicialización o se producen fallos, y para ponerse en hora periódicamente durante la marcha normal.

Como parte de los procedimientos para ponerse en hora periódicamente durante la marcha normal, el reloj local tendrá mecanismos que le impidan atrasar. Un reloj local con error positivo se atrasará temporalmente, y un reloj local con error negativo adelantará temporalmente. La tasa de ajuste del reloj local será superior a la velocidad de deriva máxima del reloj. El reloj local se pondrá en la hora correcta.

NOTA 1 – Se prestará atención al elegir una tasa de ajuste para que sea la correcta. Un tasa demasiado rápida hará que el reloj sea inestable y una demasiado pequeña hará que el reloj nunca se ponga en hora.

Opcionalmente, el reloj local contará con mecanismos para realizar ajustes permanentes de la velocidad básica de reloj local. Dicho ajuste se plasma en una nueva velocidad real para el reloj local. Esto se puede conseguir con mecanismos que estén dentro o fuera del protocolo de la función gestión del tiempo.

Para reducir al mínimo la intervención humana en la configuración de los relojes locales, la función gestión del tiempo tendrá un mecanismo automático para configurar los relojes locales con respecto al reloj más exacto y estable (fuente de referencia) dentro de su dominio de sincronización. Se proporcionará un mecanismo para que todo reloj local nuevo solicite información sobre las referencias disponibles. Se minimizarán los cambios frecuentes de las fuentes de referencia.

NOTA 2 – Para esto se puede utilizar un mecanismo de servicio de directorio.

La gestión función del tiempo compensará la separación de frecuencia prevista del reloj local empleado en el sistema local.

Un reloj local podrá cambiar de reloj de referencia cuando:

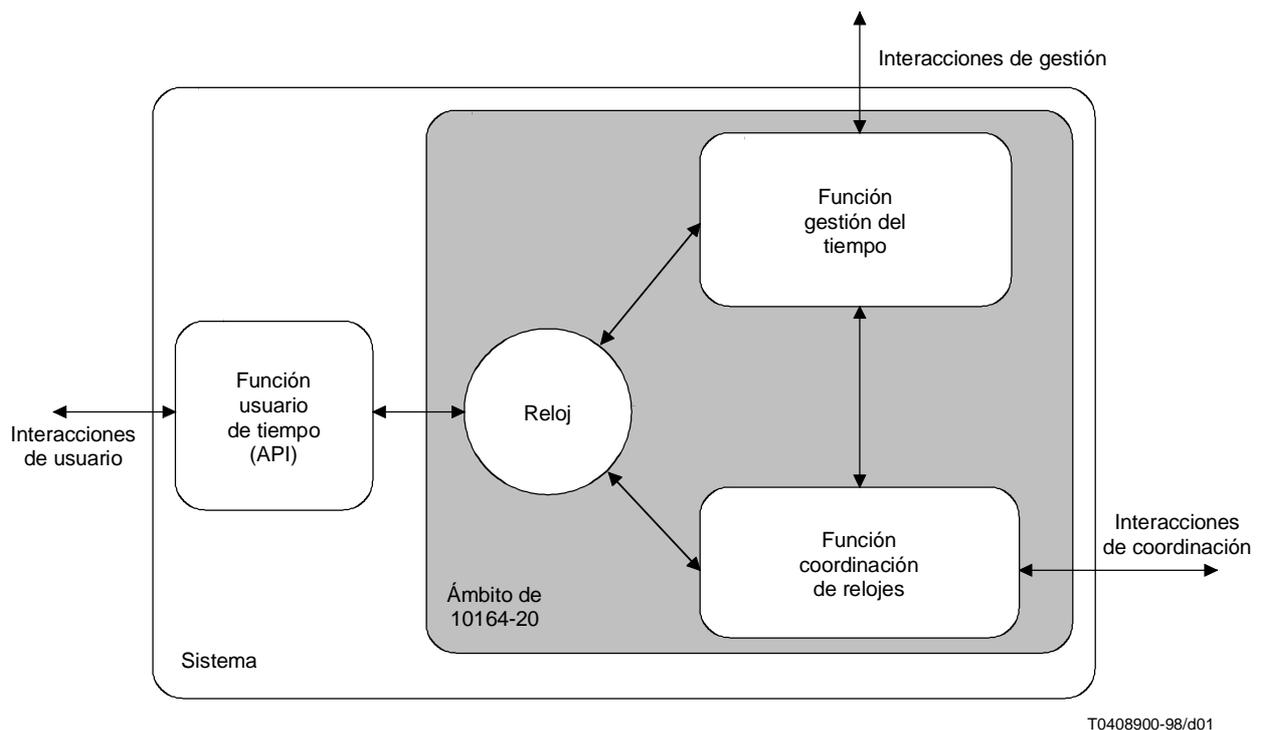
- a) la referencia en vigor no responda durante un lapso que ponga en peligro la exactitud del reloj local, o
- b) la información de sincronización indica que se han rebasado los límites de tolerancia estadísticos en la referencia en vigor.

## 7 Modelo

El objetivo de la función gestión del tiempo es gestionar los recursos que intervienen en el suministro de información horaria de calidad de un sistema. En esta cláusula se define la funcionalidad genérica del suministro de información horaria y se identifican los componentes de esa funcionalidad que están dentro del ámbito de la función gestión del tiempo. También se determinan los recursos relacionados con el tiempo. Se proporciona un modelo de función gestión del tiempo y se define la función coordinación de relojes.

### 7.1 Funcionalidad genérica de tiempo

Todos los componentes necesarios para suministrar y gestionar la información horaria de un sistema conforman un conjunto de funciones horarias genéricas. La base de todas estas funciones es un reloj, que consiste en un reloj local y, facultativamente, referencias horarias externas. Estas funciones horarias genéricas se pueden organizar como tres componentes básicos que interactúan con estos relojes. Dichos componentes son: la función coordinación de relojes, la función gestión del tiempo y la función usuario de tiempo. En la figura 1 se ilustra la funcionalidad genérica de tiempo.



T0408900-98/d01

Figura 1 – Funcionalidad de tiempo genérica

La función coordinación de relojes sincroniza cada uno de los relojes de diferentes sistemas entre sí y con respecto a patrones horarios nacionales e internacionales. Incluye los mecanismos necesarios para intercambiar información horaria entre cada uno de los relojes locales y los algoritmos necesarios para procesar esta información y sacar conclusiones significativas. En un sistema puede haber muchas soluciones de coordinación de relojes.

La función gestión del tiempo incluye la funcionalidad necesaria para supervisar y controlar tanto los relojes como el proceso de su coordinación.

Por último, la función usuario de tiempo de la funcionalidad genérica de tiempo proporciona a los usuarios acceso a la información horaria, incluidos el valor horario vigente y la exactitud de dicho valor. Un usuario de tiempo es un consumidor de valores horarios, incluidos los procesos de aplicación, los sistemas de explotación, y los procesos de comunicación y gestión OSI.

Esta Recomendación | Norma Internacional trata los componentes de la funcionalidad de tiempo genérica que participan en la comunicación entre sistemas. Se trata de los componentes coordinación de relojes y gestión del tiempo definidos más arriba. Por su propia naturaleza, la coordinación de relojes es un algoritmo distribuido; ahora bien, la gestión del tiempo se ajusta al modelo típico de gestor/agente presentado en otras funciones de gestión de sistema. El componente de usuario de tiempo, aunque muy importante para un sistema local, se considera una cuestión local y está fuera del ámbito de este esfuerzo.

NOTA – Hay varias cuestiones que se relacionan con el suministro de un servicio usuario de tiempo en un sistema local. Se analizan en el anexo I.

## 7.2 Función gestión del tiempo

Esta subcláusula identifica los recursos gestionados por la función gestión del tiempo y presenta el modelo para la gestión de esos recursos.

### 7.2.1 Recursos relacionados con el tiempo

Dos son los recursos que se relacionan con el suministro de información horaria a los usuarios o consumidores de dicha información: relojes y herramientas de coordinación de relojes.

Los relojes pueden ser relojes locales o referencias horarias externas. El reloj local es el conjunto de componentes de dispositivos y programas informáticos que conforman una única fuente de información horaria en un sistema. Una referencia horaria externa es una interfaz dentro de un sistema, que proporciona acceso a un reloj externo especializado, con parámetros especificados, y una relación con las emisiones de frecuencias patrón y señales horarias nacionales o internacionales.

La coordinación de relojes es el conjunto de mecanismos de protocolo, procedimientos y algoritmos que se utilizan para intercambiar información horaria entre los relojes y para procesar esa información con miras a su coordinación. En general, la coordinación se efectúa entre relojes locales de sistemas diferentes mediante un protocolo de coordinación de relojes. La coordinación de relojes también se efectúa entre relojes locales y referencias externas dentro de un sistema. La coordinación se puede realizar mediante un protocolo de coordinación de relojes o medios locales, y está fuera del ámbito de esta Recomendación | Norma Internacional.

La función gestión del tiempo trata principalmente de la gestión de dos tipos de recursos de tiempo, que son los relojes y los protocolos de sincronización. A tal efecto, la función gestión del tiempo define dos clases y dos subclases de objetos gestionados y las funciones correspondientes a la gestión de dichos objetos. Estos conjuntos de objetos consisten en objetos que modelizan fuentes de tiempo o relojes y objetos que modelizan el proceso de coordinación de relojes. Esta relación se muestra en la figura 2.

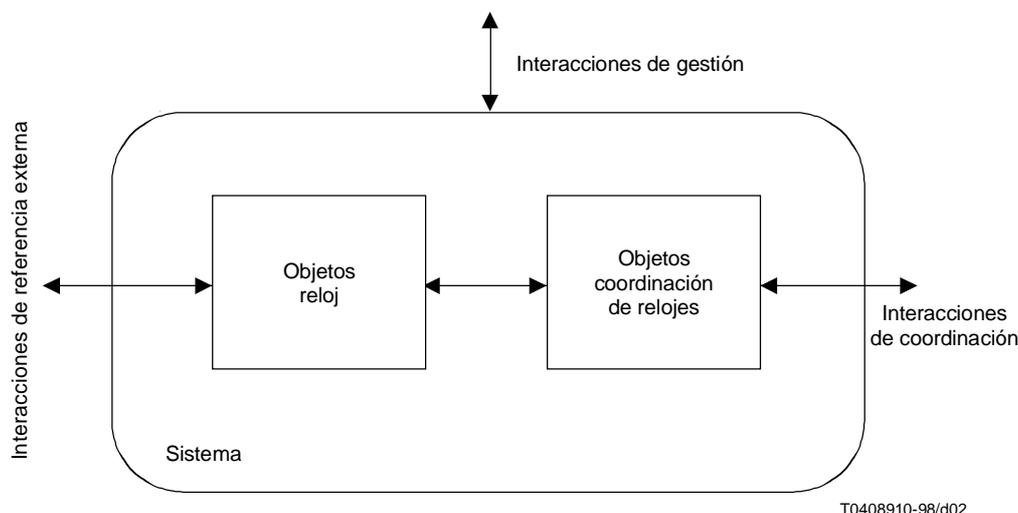


Figura 2 – Recursos relacionados con el tiempo

**7.2.2 Funciones gestión del tiempo**

Se identifican las funciones siguientes relacionadas con la gestión del tiempo. Las primeras tres se relacionan con objetos reloj, y las últimas cuatro, con objetos coordinación de reloj:

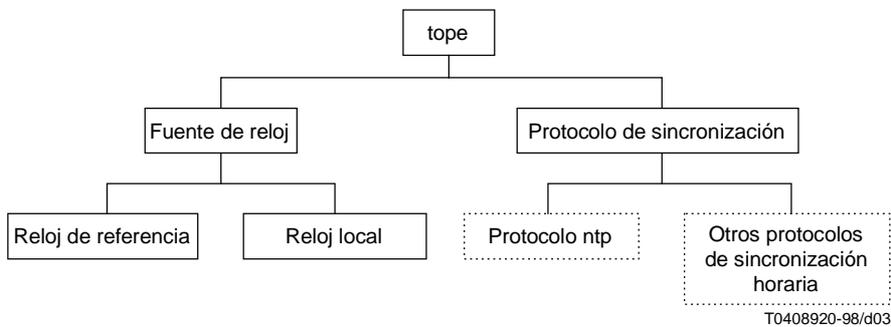
- obtención de situación de reloj;
- parámetros modificación de reloj;
- reiniciación de reloj;
- difusión de aviso de segundo intercalar;
- obtención de situación de protocolo (general y por asociación);
- modificación de la máquina de protocolo (añadir/suprimir pares, cambiar el intervalo de interrogación secuencial, cambiar la exactitud requerida);
- arranque/parada de máquina de protocolo.

**7.2.3 Objetos gestionados definidos por la función gestión del tiempo**

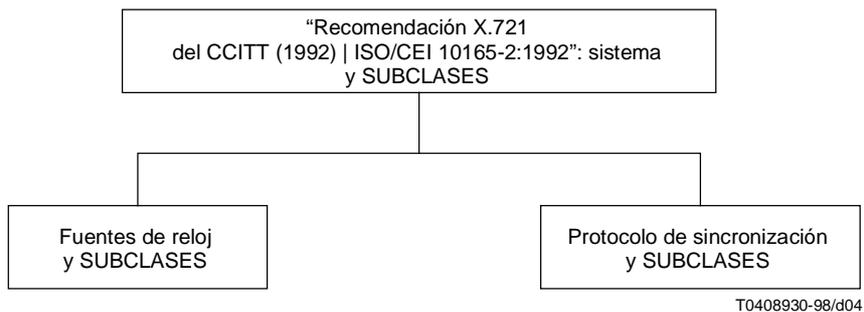
La función gestión del tiempo define cuatro objetos gestionados:

- 1) el objeto fuente de reloj (clockSource);
- 2) el objeto reloj local (localClock);
- 3) el objeto reloj de referencia (referenceClock); y
- 4) el objeto protocolo de señalización (synchronizationProtocol object)

Los tres primeros objetos se utilizan para modelar fuentes de tiempo o relojes, en tanto que la última modela el proceso de coordinación de reloj. La clase de objeto protocolo de sincronización (synchronizationProtocol) puede ser especializada (es decir, convertida en subclase) para representar protocolos específicos de sincronización del tiempo. Por ejemplo, el anexo B especifica una subclase para el protocolo de tiempo de red (NTP, *network time protocol*). La especificación de otras subclases para protocolos adicionales de sincronización del tiempo seguirán en estudio. La figura 3 ilustra la jerarquía de herencia de la TMF y la figura 4 muestra las vinculaciones de nombres.



**Figura 3 – Jerarquía de herencia de la función gestión del tiempo**



**Figura 4 – Vinculaciones de nombres de la función gestión del tiempo**

#### 7.2.4 Objeto gestionado fuente de reloj (clockSource)

El objeto fuente de reloj modeliza el estado dinámico del reloj. Se definen dos subclases para distinguir entre relojes de sistema internos y relojes de referencia externos. El objeto fuente de reloj debe contener los atributos siguientes:

- identidad de reloj;
- estado operacional;
- situación de reloj;
- valor de reloj;
- contador de eventos de reloj;
- código de evento de reloj; y
- hora de evento de reloj.

El objeto fuente de reloj puede contener los atributos siguientes:

- precisión;
- deriva de reloj;
- error máximo;
- error estimado;
- hora, fecha y forma (insertar/suprimir) del próximo segundo intercalar; y
- hora, tipo y cuenta total de eventos de reloj de segundo intercalar.

El objeto fuente de reloj proporciona una acción para:

- reiniciación de reloj.

El objeto fuente de reloj proporciona una notificación para:

- cambio de estado.

##### 7.2.4.1 Objeto gestionado reloj local (localClock)

Cada fuente de información horaria de un sistema real se considera como un reloj local. Desde el punto de vista conceptual, el reloj local es el conjunto de dispositivos y programas informáticos que constituyen la fuente de información horaria del sistema. Un reloj local operativo es aquel cuyo error máximo de frecuencia no rebasa la tolerancia especificada por el fabricante para dicho reloj.

La declaración anterior exige muy poco de un reloj. Sólo afirma que un reloj debe marchar a alrededor de un segundo por segundo. No dice nada acerca de la hora actual o de la corrección del reloj. Tampoco predice la marcha futura del reloj sobre la base de sus comportamiento anterior. Como declaración acerca de las propiedades del reloj local, es manifiestamente independiente de la red y de las propiedades de la misma.

El objeto reloj local es el modelo del recurso reloj local utilizado en la función gestión del tiempo. Se deriva del objeto fuente de reloj y contiene los atributos siguientes además de los especificados en el objeto fuente de reloj.

- dirección de red de reloj;
- direcciones de red de relojes pares;
- intervalo de ajuste de reloj;
- fuente de sincronización actual para este reloj;
- valor más grande del error máximo admisible para este reloj;
- estrato de reloj.

##### 7.2.4.2 Objeto gestionado reloj de referencia (referenceClock)

El objeto reloj de referencia proporciona un mecanismo para modelizar las interfaces con fuentes externas específicas de información horaria. Se trata de las interfaces con fuentes como el sistema mundial de determinación de la posición (GPS, *global positioning system*), fuentes radio (WWV) y osciladores atómicos (patrones de cesio). Se prevé que en un dominio de sincronización no habrá muchas fuentes de este tipo. El objeto reloj de referencia se deriva del objeto fuente de reloj y contiene los atributos siguientes, además de los especificados para el objeto fuente de reloj:

- fuente/tipo de la referencia horaria externa.

### 7.2.5 Objeto gestionado protocolo de sincronización (synchronizationProtocol)

El objeto protocolo de sincronización representa una instanciación individual de un protocolo utilizado para intercambiar información horaria entre diversos relojes locales. El objeto protocolo de sincronización se puede utilizar (como, por ejemplo, en las subclases) para representar diferentes protocolos de sincronización horaria. El objeto protocolo de sincronización incluye atributos para indicar:

- la identidad del protocolo de sincronización horaria;
- el tipo de protocolo de sincronización horaria;
- el reloj o los relojes locales objeto de la coordinación actual;
- la lista de otros relojes con los que se ha intercambiado información horaria.

El objeto protocolo de sincronización proporciona acciones para:

- difundir indicaciones de segundo intercalar;
- reiniciar el protocolo de coordinación.

La clase de objeto protocolo de sincronización (synchronizationProtocol) puede ser especializada (es decir, convertida en subclase) para representar protocolos específicos de sincronización del tiempo. Por ejemplo, el anexo B especifica una subclase para el protocolo de tiempo de red (NTP). La especificación de otras subclases para protocolos adicionales de sincronización del tiempo quedan en estudio.

## 7.3 Función coordinación de relojes

La función coordinación de relojes efectúa la coordinación de los relojes a efectos de sincronización horaria. La función coordinación de relojes representa uno de los recursos que gestiona la función gestión del tiempo. Visto que ningún organismo ha definido una Recomendación | Norma Internacional adecuada, se decidió definir una solución para esta función dentro del ámbito de esta Recomendación | Norma Internacional.

Hay varias funciones coordinación de relojes que se pueden utilizar. En un sistema determinado pueden existir varias funciones coordinación de relojes. La interacción entre estas diversas funciones coordinación de relojes está fuera del ámbito de esta Recomendación | Norma Internacional. Además, las funciones coordinación de relojes entre relojes locales y referencias externas de un sistema determinado están fuera del ámbito de esta Recomendación | Norma Internacional. Para que esta Recomendación | Norma Internacional sea completa, se define una función coordinación de relojes.

A efectos de modelización, la coordinación de relojes se divide en dos componentes: el protocolo de sincronización horaria y los procedimientos de sincronización horaria. El protocolo de sincronización horaria incluye un mecanismo para intercambiar información horaria entre relojes en un dominio de sincronización. El componente de procedimientos de sincronización horaria incorpora los procedimientos y algoritmos necesarios para procesar esta información y realizar acciones al respecto localmente con fines de coordinación de relojes. En las subcláusulas siguientes se ofrece una visión general de estos procedimientos.

### 7.3.1 Protocolo de sincronización horaria

El protocolo de sincronización horaria se utiliza para intercambiar información horaria entre sistemas a efectos de sincronización. Se han identificado varios protocolos disponibles de sincronización horaria, que se analizan en el anexo H. La función gestión del tiempo permite la gestión de estos protocolos. Además, esta función define un protocolo de sincronización horaria que cumple los requisitos identificados en la cláusula 6. Se identifican los procedimientos siguientes para el protocolo de sincronización horaria.

#### 7.3.1.1 Procedimiento de petición de hora

El **procedimiento de petición de hora** proporciona un mecanismo para obtener un valor horario. El procedimiento de petición de hora se presenta abstractamente como una llamada a procedimiento distante. El procedimiento de petición de hora es el mecanismo por el que el reloj local obtiene información horaria de otras entidades. Desde el punto de vista abstracto, consiste en una llamada a procedimiento distante con destino a relojes locales distantes en otros sistemas reales. El reloj local distante devuelve la siguiente información sobre sí mismo: la hora y el error máximo, un aviso sobre la hora de ocurrencia del próximo segundo intercalar (cuando lo difunda un medio nacional), y un límite mínimo para el retardo de tiempo correspondiente al procesamiento de la petición a ese sistema.

### 7.3.1.2 Procedimiento de transmisión de hora

El **procedimiento de transmisión de hora** proporciona un mecanismo opcional para difundir periódicamente la hora actual y el error máximo. Gracias a este mecanismo, las implementaciones sencillas de reloj local pueden obtener la hora por escucha y poner en hora sus relojes locales.

## 7.3.2 Procedimientos de sincronización horaria

Los procedimientos de sincronización horaria se utilizan para procesar la información recogida por el protocolo de sincronización horaria y tomar medidas en función de la misma. Los protocolos descritos en el anexo H incorporan aspectos del protocolo de sincronización horaria y los componentes del procedimiento de sincronización horaria de la coordinación de relojes.

### 7.3.2.1 Procedimiento de suministro de hora

El **procedimiento de suministro de hora** proporciona un mecanismo para suministrar un valor horario a petición. El reloj local presenta este valor horario. El reloj local pueden mantener su error máximo y su hora. Por ejemplo, si un reloj local se implementa como un contador en memoria, que se incrementa en un valor igual a la precisión del reloj a cada tictac, un segundo contador (el del error máximo), se incrementará en un valor igual al producto de la precisión de reloj por la deriva máxima (especificada por el fabricante del reloj) a cada tictac. Este mantenimiento del error máximo debe implicar la declaración de que un reloj, que es operativo e inicialmente está correcto, sigue estando correcto. Los dos valores (valor horario y exactitud) son coherentes entre sí con referencia al mismo momento en el tiempo (o sea, son atómicos en la interfaz con el servicio horario).

### 7.3.2.2 Procedimiento de sincronización horaria

Al **procedimiento de sincronización horaria** se lo invoca periódicamente para calcular una nueva hora para el reloj local. Esto se consigue invocando el procedimiento de obtención de hora de cada uno de los relojes locales que actualmente comparten información horaria con este reloj local particular. Una vez recogida la información, con esas respuestas se calcula una hora de red y un error máximo. Éstos se comparan con la hora del reloj local y se calcula una diferencia horaria. Sobre la base del valor de la diferencia horaria y las políticas de gestión de un reloj local particular, se ejecuta un ajuste de hora o una actualización de hora.

### 7.3.2.3 Procedimiento de ajuste de hora

El **procedimiento de ajuste de hora** proporciona un mecanismo para adelantar o atrasar la frecuencia de reloj local durante un periodo de tiempo especificado. Esto resulta en un ajuste del valor del reloj local por cantidades pequeñas, lo que reduce gradualmente el error de reloj. En dicho ajuste se empleará la tasa de ajuste de reloj. En este caso, dado que el objetivo del ajuste es reducir el error de reloj local, habrá que reducir el error máximo durante el transcurso del ajuste en un valor igual a la magnitud del ajuste que se haya realizado hasta ese momento.

### 7.3.2.4 Procedimiento de actualización de hora

El **procedimiento de actualización de hora** proporciona un mecanismo para cambiar bruscamente el valor de un reloj cuando los ajustes graduales no son suficientes. Habitualmente, esto se realiza durante la iniciación, y cuando se ha determinado que el reloj local tiene fallos. También se podría emplear en vez del procedimiento de ajuste de hora para realizar los ajustes patrón necesarios para mantener la sincronización. El cambio de hora del reloj local precisa la especificación de un error máximo. La actualización de la hora y el error máximo deben ser coherentes con respecto a cada error (ser atómicos en la interfaz con el servicio horario).

### 7.3.2.5 Procedimiento para el segundo intercalar próximo

El **procedimiento para el segundo intercalar próximo** proporciona un mecanismo para determinar el instante en el que se producirá el segundo intercalar próximo, y si hay que insertarlo o suprimirlo. Cuando se llega al próximo segundo intercalar, el reloj ajusta su hora para compensarlo. La cuestión de si el ajuste será brusco o gradual es, por el momento, un asunto local. Los sistemas que necesitan un marco cronológico más estable para la ocurrencia de un segundo intercalar tienen que abordar esta cuestión de forma más rigurosa.

### 7.3.2.6 Procedimiento de cálculo de ajuste de frecuencia

El **procedimiento de ajuste de frecuencia** recibe solicitudes periódicas de cálculo de un nuevo ajuste de frecuencia para el reloj local que aplicará el procedimiento de ajuste de frecuencia. Se trata de un procedimiento opcional, que examina los ajustes por diferencia horaria que necesitan los procedimientos de sincronización horaria anteriores. Si el

reloj local tiene un requisito explícito de diferencias horarias sistemáticas, se podrá ajustar la frecuencia de reloj local (velocidad real de reloj) dentro de los límites de la computadora y el programa informático del reloj.

### 7.3.2.7 Procedimiento de ajuste de frecuencia

El **procedimiento de ajuste de frecuencia** [también denominado adecuación del reloj (clock training)] proporciona un mecanismo para ajustar la frecuencia aparente del reloj local. Se trata de un procedimiento opcional, que cambia la frecuencia aparente (velocidad real de reloj) del reloj local. En este caso, el mecanismo también permitirá modificar la deriva máxima especificada para el reloj. Estos dos atributos se actualizarán atómicamente.

## 7.4 Función usuario de tiempo

El componente función usuario de tiempo proporciona a los usuarios acceso a la información horaria, incluidos los valores horarios de diversos formatos, la calidad (exactitud, precisión, etc.) de los valores horarios, los contadores de intervalos horarios, etc. Sin embargo, esta parte de la funcionalidad genérica de tiempo se considera una cuestión local y está fuera del ámbito de la función gestión del tiempo.

# 8 Definiciones genéricas

## 8.1 Representación del tiempo

La representación del tiempo que utilizará la función gestión del tiempo y cualquier función de gestión OSI o aplicación de usuario que necesite este servicio incluirá un valor horario, un error máximo y una época. Hay varias representaciones adicionales del tiempo especificadas por diversos organismos internacionales de normalización.

Esta representación del tiempo consiste en dos enteros, que representan el número de segundos y el número de nanosegundos transcurridos desde una época, con una fecha base de 0 horas, 0 minutos, 0 segundos GMT en 1 de enero de 1970. Esta representación tiene una precisión de 1 nanosegundo y una gama de aproximadamente 600 años por época. Se consignará la ocurrencia de segundos intercalares para la conversión a otros formatos horarios; ahora bien, esto no ocasionará una discontinuidad en esta representación del tiempo. Además, se consignará el huso horario local para la conversión a otros formatos horarios.

La representación del error máximo de la indicación de tiempo es un entero, que representa un número de nanosegundos. El error máximo tiene una gama de cero nanosegundos a unos 3 días (281 474 976 710 654 nanosegundos). El valor máximo representa la situación en la que no se dispone de una estimación del error.

La representación del huso horario local es un entero, que representa el número de minutos al este de GMT. Los valores que quedan fuera de la gama 780 a -780 minutos se consideran indefinidos o desconocidos. El huso horario local indica el huso horario con el que se creó la indicación de tiempo.

La representación de una época es un entero, que representa el periodo de aproximadamente 600 años (4 294 967 296 segundos) objeto de representación (la época 0 se refiere al periodo que comienza en 1970). La época incrementa efectivamente la gama de la representación entre aproximadamente 74 800 años antes y 79 400 años después de la era común, lo que representa una gama de alrededor de 154 000 años.

## 8.2 Clases de objeto gestionado

### 8.2.1 Fuente de reloj (clock source)

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de un reloj en un sistema. También se definen dos subclases para distinguir aún más entre los relojes internos de sistema y las interfaces de reloj de referencia externo. Para cada reloj gestionable se necesita una instanciación de este objeto.

El objeto fuente de reloj proporciona acceso a una fuente horaria de un sistema e información sobre la misma. El atributo reloj de sistema se identifica como un atributo de estado. Un cambio de valor del atributo estado operativo (operationalState) o el atributo situación de reloj (clockStatus) ocasiona la emisión de una notificación cambio de estado (stateChange). Esta clase de objeto gestionado es una subclase de "CCITT Rec. X.721 | ISO/CEI 10165-2":top y añade los atributos siguientes:

- identidad (ID) de reloj (clockID);
- "Rec. X.721 del CCITT | ISO/CEI 10165-2": estado operativo;
- situación de reloj (clockStatus);

- valor de reloj (clockValue);
- contador de eventos de reloj (clockEventCounter);
- código de evento de reloj (clockEventCode);
- hora de evento de reloj (clockEventTime).

Si una instancia sustenta información de fuente de reloj más detallada, están presentes los atributos siguientes:

- precisión de reloj (clockPrecision);
- deriva de reloj (clockDrift);
- error máximo de reloj (clockMaximumError);
- error estimado de reloj (clockEstimatedError).

Si una instancia sustenta información de segundos intercalares:

- indicación de segundo intercalar (leapSecondIndication);
- cuenta de segundos intercalares (leapSecondCount).

Esta clase de objeto gestionado añade la notificación siguiente:

- "Rec. X.721 del CCITT | ISO/CEI 10165-2": state Change.

Esta clase de objeto gestionado proporciona la acción siguiente:

- reiniciación de reloj.

### 8.2.2 Reloj local (local clock)

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de un reloj local interno de un sistema. Es una subclase de la clase de objeto gestionado fuente de reloj. El objeto reloj local suministra acceso a una fuente interna de tiempo de un sistema e información sobre la misma. Esta clase de objeto gestionado añade los atributos siguientes:

- dirección de reloj local (localClockAddress);
- direcciones de relojes pares (peerClockAddresses);
- dirección de fuente de sincronización (synchronizationSourceAddress);
- estrato de reloj (clockStratum);
- intervalo de ajuste de reloj (clockAdjustmentInterval).

### 8.2.3 Reloj de referencia (Reference Clock)

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de una interfaz de reloj que reside en un sistema al que le proporciona acceso a una referencia horaria externa. Es una subclase de la clase de objeto gestionado fuente de reloj. Añade el atributo siguiente:

- tipo de reloj de referencia (referenceClockType).

### 8.2.4 Protocolo de sincronización

Este objeto proporciona información general acerca de la función coordinación de relojes presente en un sistema, y proporciona acceso a los parámetros básicos del protocolo de sincronización horaria. Es una subclase de la clase tope de la "Rec. X.721 del CCITT | ISO/CEI 10165-2":top. Añade los atributos siguientes:

- identidad de protocolo de sincronización (synchronizationProtocolID),
- tipo de protocolo de sincronización (synchronizationProtocolType);
- reloj sincronizado (synchronizedClock);
- relojes de sincronización (synchronizingClocks).

Añade las acciones siguientes:

- acción segundo intercalar (leapSecondAction);
- acción reiniciación de protocolo (protocolResetAction).

### **8.3 Definiciones de atributos**

#### **8.3.1 Intervalo de ajuste de reloj**

El atributo especifica el intervalo en el que se efectuarán los ajustes de fase graduales al reloj local.

#### **8.3.2 Deriva de reloj**

El atributo indica el valor de deriva especificado por el fabricante del reloj.

#### **8.3.3 Error estimado de reloj**

El atributo indica el error estimado de reloj.

#### **8.3.4 Código de evento de reloj**

El atributo identifica el último evento de excepción (anomalía) de sistema.

#### **8.3.5 Contador de eventos de reloj**

El atributo especifica un contador, que indica el número de eventos de excepción de sistema que han ocurrido desde la última vez que se comprobó y puso a cero el contador.

#### **8.3.6 Hora de evento de reloj**

El atributo indica la hora en que ocurrió el último evento de excepción de sistema.

#### **8.3.7 ID de reloj**

El atributo identifica el reloj que modeliza el objeto gestionado.

#### **8.3.8 Error máximo de reloj**

El atributo indica el error máximo del reloj.

#### **8.3.9 Precisión de reloj**

El atributo indica la precisión del reloj.

#### **8.3.10 Situación de reloj**

El atributo indica la situación actual del reloj.

#### **8.3.11 Estrato de reloj**

El atributo indica el valor actual de estrato para este reloj local en este nodo.

#### **8.3.12 Valor de reloj**

El atributo indica la hora actual del reloj.

#### **8.3.13 Cuenta de segundos intercalares**

El atributo especifica el número acumulado de segundos intercalares que han ocurrido desde 1 de enero de 1972.

#### **8.3.14 Indicación de segundo intercalar**

El atributo indica que al final del día actual se producirá un segundo intercalar.

#### **8.3.15 Dirección de reloj local**

El atributo indica la dirección de red de este nodo.

#### **8.3.16 Direcciones de relojes pares**

El atributo lista las direcciones de red de los relojes pares que este nodo mantiene actualmente.

#### **8.3.17 Tipo de reloj de referencia**

El atributo especifica el tipo de reloj de referencia o fuente externa que representa este objeto.

#### **8.3.18 ID de protocolo de sincronización**

El atributo identifica el protocolo de sincronización que modeliza el objeto gestionado.

**8.3.19 Tipo de protocolo de sincronización**

Este atributo identifica el tipo de protocolo de sincronización que se modeliza.

**8.3.20 Dirección de fuente de sincronización**

El atributo especifica la dirección de red o el tipo de reloj de referencia de la fuente actual de sincronización para este nodo.

**8.3.21 Reloj sincronizado**

Este atributo especifica el reloj que está siendo sincronizado por esta instancia del protocolo de sincronización horaria.

**8.3.22 Relojes de sincronización**

Este atributo especifica el conjunto de relojes que intercambian información con este reloj con fines de sincronización.

**8.4 Definiciones de acciones**

El conjunto de parámetros genéricos de acción y las semánticas que se definen en esta Recomendación | Norma Internacional proporcionan detalles de los siguientes parámetros generales del servicio M-ACCIÓN definido en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595:

- tipo de acción;
- información de acción;
- respuesta a la acción.

**8.4.1 Reiniciación de reloj**

La acción reiniciación de reloj proporciona la capacidad de reiniciar una instancia de una fuente de reloj según un valor dado. Este servicio utiliza el servicio M-ACCIÓN y los procedimientos definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

**8.4.2 Segundo intercalar**

La acción segundo intercalar proporciona la capacidad de difundir una indicación de que se está por producir un segundo intercalar. Incluye un mecanismo para fijar los parámetros adecuados del protocolo. Este servicio utiliza el servicio M-ACCIÓN y los procedimientos definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

**8.4.3 Reiniciación de protocolo**

La acción reiniciación de protocolo proporciona la capacidad de reiniciar el protocolo de sincronización horaria. Este servicio utiliza el servicio M-ACCIÓN y los procedimientos definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

**8.5 Definiciones de vinculaciones de nombres****8.5.1 Fuente de reloj – Sistema**

Esta vinculación de nombres se utiliza para denominar un objeto fuente de reloj con respecto a un objeto sistema.

**8.5.2 Protocolo de sincronización – Sistema**

Esta vinculación de nombres se utiliza para denominar un objeto protocolo de sincronización con respecto a un objeto sistema.

**9 Definiciones de servicios**

Esta Recomendación | Norma Internacional define tres servicios: reiniciación de reloj, difusión de segundo intercalar y reiniciación de protocolo. Dichos servicios se definen a continuación. Además, se describe la utilización de los servicios definidos en otras funciones.

Las funciones de reloj son:

- creación de un objeto gestionado reloj;
- supresión de un objeto gestionado reloj;
- modificación de parámetros de reloj;

## ISO/CEI 10164-20 : 1999 (S)

- obtención de situación de reloj;
- reiniciación de reloj.

Las funciones coordinación de relojes son:

- creación del objeto gestionado coordinación de relojes;
- supresión del objeto gestionado coordinación de relojes;
- modificación de parámetros de reloj;
- obtención de situación de protocolo de coordinación de relojes;
- reiniciación de la máquina de protocolo de coordinación de relojes;
- distribución de notificación de segundo intercalar.

### 9.1 Servicio PT-CREACIÓN

El servicio PT-CREACIÓN (PT-CREATE) definido en la Rec. X.730 del CCITT | ISO/CEI 10164-1 se utiliza para autorizar a un sistema abierto a que solicite que otro sistema abierto cree un objeto gestionado para modelizar los recursos de reloj o de coordinación de relojes disponibles en ese sistema a efectos de gestión. Esto no crea el recurso subyacente.

### 9.2 Servicio PT-SUPRESIÓN

El servicio PT-SUPRESIÓN (PT-DELETE) definido en la Rec. X.730 del CCITT | ISO/CEI 10164-1 se utiliza para autorizar a un sistema a que solicite que otro sistema abierto suprima un objeto gestionado que modeliza los recursos de reloj o de coordinación de relojes disponibles en ese sistema a efectos de gestión. Esto no suprime el recurso subyacente.

### 9.3 Servicio PT-FIJACIÓN

El servicio PT-FIJACIÓN (PT-SET) definido en la Rec. X.730 del CCITT | ISO/CEI 10164-1 se utiliza para autorizar a un sistema abierto a que solicite que otro sistema abierto cambie el valor de los atributos fijables de los objetos gestionados reloj o coordinación de relojes.

### 9.4 Servicio PT-OBTENCIÓN

El servicio PT-OBTENCIÓN (PT-GET) definido en la Rec. X.730 del CCITT | ISO/CEI 10164-1 se puede utilizar para recuperar cualquiera de los atributos legibles de los objetos gestionados reloj o coordinación de relojes.

### 9.5 Servicio cambio de estado

El servicio de notificación cambio de estado definido en la Rec. X.731 del CCITT | ISO/CEI 10164-2 se puede utilizar para supervisar la situación del estado de los objetos gestionados reloj o coordinación de relojes.

### 9.6 Servicio reiniciación de reloj

El servicio reiniciación de reloj permite a un gestor solicitar que otro sistema abierto (el sistema gestionado) reinicie el reloj. En el cuadro 1 se enumeran los parámetros de este servicio.

El servicio reiniciación de reloj utiliza los parámetros definidos en la cláusula 8, además de los parámetros generales del servicio M-ACCIÓN definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

**Cuadro 1 – Parámetros reiniciación de reloj**

Nombre de parámetro	pet./ind.	resp./conf.
Identificador de invocación	P	P
Identificador vinculado	–	P
Modo	P	–
Clase de objeto base	P	–
Instancia de objeto base	P	–
Ámbito	P	–
Filtro	P	–
Clase de objeto gestionado	–	P
Instancia de objeto gestionado	–	P
Control de acceso	P	–
Sincronización	P	–
Tipo de reiniciación de reloj	M	C(=)
Información de reiniciación de reloj	M	–
Valor de reloj	M	–
Hora actual	–	P
Errores	–	C

### 9.7 Servicio segundo intercalar

El servicio segundo intercalar permite a un gestor solicitar que otro sistema abierto (el sistema gestionado) comience la difusión de indicación de segundo intercalar. En el cuadro 2 se enumeran los parámetros de este servicio.

El servicio segundo intercalar utiliza los parámetros definidos en la cláusula 8, además de los parámetros generales del servicio M-ACTION definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

### 9.8 Servicio reiniciación de protocolo

El servicio reiniciación de protocolo permite a un gestor solicitar que otro sistema abierto (el sistema gestionado) reinicie el protocolo de sincronización horaria. En el cuadro 3 se enumeran los parámetros de este servicio.

El servicio reiniciación de protocolo utiliza los parámetros definidos en la cláusula 8, además de los parámetros generales del servicio M-ACTION definidos en la Rec. X.710 del CCITT | ISO/CEI 9595.

**Cuadro 2 – Parámetros segundo intercalar**

Nombre de parámetro	pet./ind.	resp./conf.
Identificador de invocación	P	P
Identificador vinculado	–	P
Modo	P	–
Clase de objeto base	P	–
Instancia de objeto base	P	–
Ámbito	P	–
Filtro	P	–
Clase de objeto gestionado	–	P
Instancia de objeto gestionado	–	P
Control de acceso	P	–
Sincronización	P	–
Tipo de segundo intercalar	M	C(=)
Información de segundo intercalar	M	–
Indicación de intercalar	M	–
Fecha de intercalar	M	–
Hora actual	–	P
Errores	–	C

**Cuadro 3 – Parámetros reiniciación de protocolo**

Nombre de parámetro	pet./ind.	resp./conf.
Identificador de invocación	P	P
Identificador vinculado	–	P
Modo	P	–
Clase de objeto base	P	–
Instancia de objeto base	P	–
Ámbito	P	–
Filtro	P	–
Clase de objeto gestionado	–	P
Instancia de objeto gestionado	–	P
Control de acceso	P	–
Sincronización	P	–
Tipo de reiniciación de protocolo	M	C(=)
Información de reiniciación de protocolo	M	–
Hora actual	–	P
Errores	–	C

## 10 Unidades funcionales

En esta Recomendación | Norma Internacional se definen dos unidades funcionales para la gestión del tiempo:

- a) unidad funcional control de reloj;
- b) unidad funcional coordinación de relojes.

La unidad funcional control de reloj exige el soporte de los servicios PT-CREACIÓN, PT-SUPRESIÓN, PT-FIJACIÓN, PT-OBTENCIÓN, cambio de estado y reiniciación de reloj. La unidad funcional coordinación de relojes exige el soporte de los servicios PT-CREACIÓN, PT-SUPRESIÓN, PT-FIJACIÓN, PT-OBTENCIÓN, cambio de estado, segundo intercalar y reiniciación de protocolo.

## 11 Protocolo

### 11.1 Elementos de procedimiento

#### 11.1.1 Procedimiento de reiniciación de reloj

##### 11.1.1.1 Rol de gestor

###### 11.1.1.1.1 Invocación

La primitiva de reiniciación de reloj pone en marcha los procedimientos de reiniciación de reloj. A la recepción de una primitiva de reiniciación de reloj, la SMAPM construye una MAPDU y emite una primitiva de servicio CMIS petición M-ACCIÓN, con los parámetros obtenidos de la primitiva de reiniciación de reloj. Se utiliza el modo confirmado.

###### 11.1.1.1.2 Recepción de respuesta

A la recepción de una primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN, que contiene una MAPDU en respuesta a una operación de reiniciación de reloj, la SMAPM emite una primitiva de confirmación al usuario del servicio reiniciación de reloj con los parámetros obtenidos de la primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN, con lo que se completa el procedimiento de reiniciación de reloj.

NOTA – La SMAPM pasará por alto todos los errores que contenga la MAPDU recibida. El servicio reiniciación de reloj también podrá pasarlos por alto o abortar la asociación como consecuencia.

##### 11.1.1.2 Rol de agente

###### 11.1.1.2.1 Recepción de petición

A la recepción de una primitiva de servicio CMIS indicación M-ACCIÓN que contiene una MAPDU por la que se solicita el servicio reiniciación de reloj, y si esa MAPDU está bien formada, la SMAPM emite una primitiva de indicación reiniciación de reloj con destino al usuario del servicio reiniciación de reloj, con los parámetros obtenidos de la primitiva servicio CMIS indicación M-ACCIÓN. De lo contrario, la SMAPM construye una MAPDU apropiada que indica el error y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN con un parámetro de error presente.

###### 11.1.1.2.2 Respuesta

La SMAPM acepta una primitiva respuesta reiniciación de reloj, construye una MAPDU que confirma la operación, y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN con los parámetros obtenidos de la primitiva respuesta reiniciación de reloj.

#### 11.1.2 Procedimiento de segundo intercalar

##### 11.1.2.1 Rol de gestor

###### 11.1.2.1.1 Invocación

La primitiva segundo intercalar inicia los procedimientos de segundo intercalar. Al recibir una primitiva segundo intercalar, la SMAPM construye una MAPDU y emite una primitiva de servicio CMIS petición M-ACCIÓN, con los parámetros obtenidos de la primitiva segundo intercalar. Se utiliza el modo confirmado.

### 11.1.2.1.2 Recepción de respuesta

Al recibir una primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN que contiene una MAPDU en respuesta a una operación de segundo intercalar, la SMAPM emite una primitiva confirmación de entrega al usuario del servicio segundo intercalar, con parámetros obtenidos de la primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN, con lo que se completa el procedimiento de segundo intercalar.

NOTA – La SMAPM pasará por alto todos los errores que contenga la MAPDU recibida. El usuario de servicio segundo intercalar puede pasarlos por alto o abortar la asociación como consecuencia.

### 11.1.2.2 Rol de agente

#### 11.1.2.2.1 Recepción de petición

A la recepción de una primitiva de servicio CMIS indicación M-ACCIÓN que contiene una MAPDU por la que se solicita el servicio segundo intercalar, la SMAPM emite, si la MAPDU está bien formada, una primitiva indicación segundo intercalar con destino al usuario del servicio segundo intercalar, con los parámetros obtenidos de la primitiva de servicio CMIS indicación M-ACCIÓN. De lo contrario, la SMAPM construye una MAPDU adecuada que indica el error, y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN con un parámetro de error presente.

#### 11.1.2.2.2 Respuesta

La SMAPM acepta la primitiva respuesta segundo intercalar, construye una MAPDU que confirma la operación y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN, con los parámetros obtenidos de la primitiva respuesta segundo intercalar.

### 11.1.3 Procedimiento de iniciación de protocolo

#### 11.1.3.1 Rol de gestor

##### 11.1.3.1.1 Invocación

La primitiva reiniciación de protocolo pone en marcha los procedimientos de reiniciación de protocolo. A la recepción de una primitiva reiniciación de protocolo, la SMAPM construye una MAPDU y emite una primitiva de servicio CMIS petición M-ACCIÓN, con los parámetros obtenidos de la primitiva reiniciación de protocolo. Se utiliza el modo confirmado.

##### 11.1.3.1.2 Recepción de respuesta

Al recibir una primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN que contiene una MAPDU en respuesta a una operación de reiniciación de protocolo, la SMAPM emite una primitiva confirmación de entrega destinada al usuario del servicio reiniciación de protocolo, con los parámetros obtenidos de la primitiva de servicio CMIS confirmación M-ACCIÓN, con lo que se completa el procedimiento de reiniciación de protocolo.

NOTA – La SMAPM pasará por alto todos los errores que contenga la MAPDU. El usuario del servicio reiniciación de protocolo podrá pasarlos por alto o abortar la asociación como consecuencia.

#### 11.1.3.2 Rol de agente

##### 11.1.3.2.1 Recepción de petición

Al recibir una primitiva de servicio CMIS indicación M-ACCIÓN que contiene una MAPDU por la que se solicita el servicio reiniciación de protocolo, si la MAPDU está bien formada, la SMAPM emite una primitiva indicación reiniciación de protocolo destinada al usuario del servicio reiniciación de protocolo, con los parámetros obtenidos de la primitiva de servicio CMIS indicación M-ACCIÓN. De lo contrario, la SMAPM construye una MAPDU apropiada que indica el error, y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN con un parámetro error presente.

##### 11.1.3.2.2 Respuesta

LA SMAPM acepta una primitiva respuesta reiniciación de protocolo, construye una MAPDU por la que confirma la operación, y emite una primitiva de servicio CMIS respuesta M-ACCIÓN, con los parámetros obtenidos de la primitiva respuesta reiniciación de protocolo.

## 11.2 Sintaxis abstracta

### 11.2.1 Objetos

Esta Recomendación | Norma Internacional referencia los objetos de soporte siguientes, cuya sintaxis abstracta se especifica en el anexo A.

- a) fuente de reloj;
- b) reloj local;
- c) reloj de referencia;
- d) protocolo de sincronización.

### 11.2.2 Atributos

Esta Recomendación | Norma Internacional referencia los siguientes atributos específicos de la gestión, cuya sintaxis abstracta se especifica en el anexo A.

- a) intervalo de ajuste de reloj;
- b) deriva de reloj;
- c) error estimado de reloj;
- d) código de evento de reloj;
- e) contador de eventos de reloj;
- f) hora de evento de reloj;
- g) identificador de reloj;
- h) error máximo de reloj;
- i) precisión de reloj;
- j) situación de reloj;
- k) estrato de reloj;
- l) valor de reloj;
- m) cuenta de segundos intercalares;
- n) indicación de segundo intercalar;
- o) dirección de reloj local;
- p) direcciones de relojes pares;
- q) tipo de reloj de referencia;
- r) identificador de protocolo de sincronización;
- s) tipo de protocolo de sincronización;
- t) dirección de fuente de sincronización;
- u) reloj sincronizado;
- v) relojes de sincronización.

### 11.2.3 Acciones

Esta Recomendación | Norma Internacional referencia los siguientes tipos específicos de acción, cuya sintaxis abstracta se especifica en el anexo A.

- a) reiniciación de reloj;
- b) segundo intercalar;
- c) reiniciación de protocolo.

### 11.2.4 Vinculaciones de nombres

Esta Recomendación | Norma Internacional referencia las siguientes vinculaciones de nombres específicas, cuya sintaxis abstracta se ofrece en el anexo A.

- a) fuente de reloj-sistema;
- b) protocolo de sincronización-sistema.

### 11.3 Negociación de unidades funcionales

Esta Recomendación | Norma Internacional asigna el siguiente valor de identificador de objeto:

**{joint-iso-ccitt ms(9) function(2)part20(20) functionalUnitPackage(1)}**

como un valor de FunctionalUnitPackageId de tipo ASN.1 definido en la Rec. 701 del CCITT | ISO/CEI 10040 utilizado para negociar las siguientes unidades funcionales:

- 0 unidad funcional control de reloj
- 1 unidad funcional coordinación de relojes

donde los números identifican la posición de bit asignada a la unidad funcional, y las referencias de nombre, la unidad funcional definida en la cláusula 10.

## 12 Relaciones con otras funciones

La siguiente función la proporciona otras funciones de gestión de sistema:

- Soporte de seguridad, mediante objetos y atributos de control de acceso (ISO/CEI 10164-9).

## 13 Conformidad

Las implementaciones que alegan conformidad con esta Recomendación | Norma Internacional cumplirán los requisitos de conformidad que se definen en las subcláusulas siguientes.

### 13.1 Conformidad estática

La implementación cumplirá los requisitos de esta Recomendación | Norma Internacional con respecto al rol de gestor, el rol de agente o ambos. En el cuadro D.1 se hará una alegación de conformidad a por lo menos un rol.

Si se alega conformidad para soporte en el rol de gestor, la implementación soportará al menos una operación de gestión o notificación de los objetos gestionados especificados por esta Recomendación | Norma Internacional. En el cuadro D.3, y otros cuadros referenciados en el anexo D, se identifican los requisitos de conformidad con respecto al rol de gestor para las operaciones, notificaciones y acciones de gestión.

Si se alega conformidad para soporte en el rol de agente, la implementación soportará una o más instancias de la clase de objeto gestionado y al menos un protocolo de coordinación de relojes especificados en el cuadro D.4 y otros cuadros referenciados en el anexo D.

La implementación soportará la sintaxis de transferencia derivada de las reglas de codificación especificadas en la Rec. X.209 del CCITT | ISO/CEI 8825 y del conjunto denominado de reglas de codificación {joint-iso-ccitt asn1(1) basicEncoding(1)} para los tipos de datos abstractos referenciados por las definiciones para las que se alega soporte.

### 13.2 Conformidad dinámica

Las implementaciones que alegan conformidad con esta Recomendación | Norma Internacional soportarán los elementos de procedimiento y las definiciones de semánticas correspondientes a las definiciones para las que se alega soporte.

### 13.3 Requisitos para los formularios de declaración de conformidad de implementación asociados con la gestión

Todo formulario de MCS, formulario de MICS, formulario de MOCS y formulario de MRCS que se conforma a esta Recomendación | Norma Internacional será técnicamente idéntico a los formularios especificados en los anexos D, E, F, y G, y mantendrá la numeración de los cuadros y de los puntos, y sólo diferirá en la paginación y los encabezamientos de página.

El proveedor de una implementación que alega conformidad con esta Recomendación | Norma Internacional rellenará una copia del formulario de declaración de conformidad de gestión (MCS, *management conformance summary*), que se proporciona en el anexo D, como parte de los requisitos de conformidad y, según proceda, cualquier otro formulario ICS referenciado en el formulario MCS. Todo formulario de MCS, MICS, MOCS y MRCS que se conforma a esta Recomendación | Norma Internacional:

- describirá una implementación conforme a esta Recomendación | Norma Internacional;
- se rellenará siguiendo las instrucciones de la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6;
- incluirá la información necesaria para identificar sin ambigüedad tanto el proveedor como la implementación.

## Anexo A

## Definición de la información de gestión del tiempo

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

```
-- <GDMO.Document "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1998" --
-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}> --
-- <GDMO.Version 1.3 "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1998"> --
```

## A.1 Clases de objeto gestionado

## A.1.1 Fuente de reloj

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de un reloj en un sistema. También se definen dos subclases para distinguir entre relojes de sistema internos e interfaces de reloj de referencia externo. Para cada reloj gestionable se necesita una instanciación de este objeto.

**clockSource MANAGED OBJECT CLASS****DERIVED FROM "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top;****CHARACTERIZED BY****clockSourcePkg PACKAGE****BEHAVIOUR clockSourceBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"The clockSource object provides access to and information about a source of time within a system. Clock status attribute is identified as state attribute. A change in the value of the operationalState attribute causes a stateChange notification to be emitted. ";;

**ATTRIBUTES****clockID GET SET-BY-CREATE NO-MODIFY,****"Rec. CCITT X.721 | ISO/IEC 10165-2": operationalState GET NO-MODIFY,****clockStatus GET,****clockValue GET,****clockEventCounter GET,****clockEventCode GET,****clockEventTime GET;****ACTIONS****clockReset ;****NOTIFICATIONS****"CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2": stateChange;;****CONDITIONAL PACKAGES****clockSourceDetailPkg PACKAGE****BEHAVIOUR clockSourceDetailBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"The clockSourceDetailPkg package provides detailed information about a source of time within a system. ";;

**ATTRIBUTES****clockPrecision GET,****clockDrift GET,****clockMaximumError GET,****clockEstimatedError GET;****REGISTERED AS {TimeMF.clockSourceDetailPkgOID};****PRESENT IF !an instance supports it.!,****leapSecondPkg PACKAGE****BEHAVIOUR leapSecondBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"The leapSecondPkg package provides access to and information about the leap seconds of a source of time within a system. ";;

**ATTRIBUTES****leapSecondIndication GET-REPLACE SET-BY-CREATE,****leapSecondCount GET-REPLACE SET-BY-CREATE;****REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondPkgOID};****PRESENT IF !an instance supports it.!,****REGISTERED AS {TimeMF.clockSourceOID};**

**A.1.2 Reloj local**

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de un reloj local interno en un sistema.

**localClock** MANAGED OBJECT CLASS

**DERIVED FROM** clockSource;

**CHARACTERIZED BY**

localClockPkg PACKAGE

BEHAVIOUR localClockBeh BEHAVIOUR

**DEFINED AS**

"The localClock object provides access to and information about an internal source of time within a system.";;

**ATTRIBUTES**

localClockAddress GET,

peerClockAddresses GET-REPLACE ADD-REMOVE SET-BY-CREATE,

synchronizationSourceAddress GET,

clockStratum GET,

clockAdjustmentInterval GET-REPLACE SET-BY-CREATE;

;;

**REGISTERED AS** {TimeMF.localClockOID};

**A.1.3 Reloj de referencia**

Esta clase de objeto proporciona información sobre el estado dinámico de una interfaz de reloj que reside en un sistema y al que le proporciona acceso a una referencia horaria externa.

**referenceClock** MANAGED OBJECT CLASS

**DERIVED FROM** clockSource;

**CHARACTERIZED BY**

referenceClockPkg PACKAGE

BEHAVIOUR referenceClockBeh BEHAVIOUR

**DEFINED AS**

"The referenceClock object provides access to and information about a source of external time information within a system.";;

**ATTRIBUTES**

referenceClockType GET;;;

**REGISTERED AS** {TimeMF.referenceClockOID};

**A.1.4 Protocolo de sincronización**

Este objeto proporciona acceso a los parámetros básicos del protocolo de sincronización horaria.

**synchronizationProtocol** MANAGED OBJECT CLASS

**DERIVED FROM** "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top;

**CHARACTERIZED BY**

synchronizationProtocolPkg PACKAGE

BEHAVIOUR synchronizationProtocolBeh BEHAVIOUR

**DEFINED AS**

"The synchronizationProtocol object provides general information about clock coordination service present in a system.";;

**ATTRIBUTES**

synchronizationProtocolID GET SET-BY-CREATE NO-MODIFY,

synchronizationProtocolType GET,

synchronizedClock GET,

synchronizingClocks GET;

**ACTIONS**

leapSecond,

protocolReset ;;;

**REGISTERED AS** {TimeMF.synchronizationProtocolOID};

## A.2 Definiciones de atributos

### A.2.1 Intervalo de ajuste de reloj

**clockAdjustmentInterval ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.AdjustmentInterval;**  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR **clockAdjustmentIntervalBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the interval over which gradual phase adjustments to the local clock are to be applied.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockAdjustmentIntervalOID};**

### A.2.2 Deriva de reloj

**clockDrift ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.ClockDrift;**  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR **clockDriftBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute indicates the clock manufacturer's specified value of drift.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockDriftOID};**

### A.2.3 Error estimado de reloj

**clockEstimatedError ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.ClockEstimatedError;**  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR **clockEstimatedErrorBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute indicates the estimated error of the clock.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockEstimatedErrorOID};**

### A.2.4 Código de evento de reloj

**clockEventCode ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.ClockEventCode;**  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR **clockEventCodeBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute identifies the latest system exception event.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockEventCodeOID};**

### A.2.5 Contador de eventos de reloj

**clockEventCounter ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.ClockEventCounter;**  
MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;  
BEHAVIOUR **clockEventCounterBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute specifies a counter indicating the number of system exception events that have occurred since the last time the counter was checked and cleared.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockEventCounterOID};**

### A.2.6 Hora de evento de reloj

**clockEventTime ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX **TimeMF.ClockEventTime;**  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR **clockEventTimeBeh BEHAVIOUR**  
DEFINED AS  
"This attribute indicates the time at which the latest system exception event occurred.";;  
**REGISTERED AS {TimeMF.clockEventTimeOID};**

**A.2.7 ID de reloj**

**clockID ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockID;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR clockIDBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute identifies the clock being modeled by the managed object.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockIDOID};

**A.2.8 Error máximo de reloj**

**clockMaximumError ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockMaximumError;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR clockMaximumErrorBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute indicates the maximum error of the clock.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockMaximumErrorOID};

**A.2.9 Precisión de reloj**

**clockPrecision ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Precision;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR clockPrecisionBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute indicates the precision of the clock.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockPrecisionOID};

**A.2.10 Situación de reloj**

**clockStatus ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Status;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR clockStatusBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute indicates the current status of the clock";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockStatusOID};

**A.2.11 Estrato de reloj**

**clockStratum ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Stratum;  
 MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;  
 BEHAVIOUR clockStratumBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute indicates the current stratum value for this local clock in this node.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockStratumOID};

**A.2.12 Valor de reloj**

**clockValue ATTRIBUTE**  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockValue;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR clockValueBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute indicates the current time of the clock.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockValueOID};

### A.2.13 Cuenta de segundos intercalares

leapSecondCount ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.CumLeapSeconds;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR leapSecondCountBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute specifies the cumulative number of leap seconds that have occurred since January 1, 1972.";;

REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondCountOID};

### A.2.14 Indicación de segundo intercalar

leapSecondIndication ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.LeapIndication;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR leapSecondIndicationBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute indicates that a leap second is going to occur at the end of the current day.";;

REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondIndicationOID};

### A.2.15 Dirección de reloj local

localClockAddress ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockAddress;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR localClockAddressBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute indicates the network address of this node.";;

REGISTERED AS {TimeMF.localClockAddressOID};

### A.2.16 Direcciones de relojes pares

peerClockAddresses ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.PeerClockAddresses;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR peerClockAddressesBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute lists the network addresses of the peers currently being maintained by this node.";;

REGISTERED AS {TimeMF.peerClockAddressesOID};

### A.2.17 Tipo de reloj de referencia

referenceClockType ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ReferenceClockType;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR referenceClockTypeBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute specifies the type of reference clock or external source that this object represents.";;

REGISTERED AS {TimeMF.referenceClockTypeOID};

### A.2.18 ID de protocolo de sincronización

synchronizationProtocolID ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizationProtocolID;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR synchronizationProtocolIDBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute identifies the synchronization protocol being modeled by the managed object. This attribute is used for naming";;

REGISTERED AS {TimeMF.synchronizationProtocolIDOID};

**A.2.19 Tipo de protocolo de sincronización**

synchronizationProtocolType ATTRIBUTE  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizationProtocolType;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR synchronizationProtocolTypeBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute identifies the synchronization protocol type being modeled by the managed object.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizationProtocolTypeOID};

**A.2.20 Dirección de fuente de sincronización**

synchronizationSourceAddress ATTRIBUTE  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.CurrSynchSourceAddress;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR synchronizationSourceAddressBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "This attribute specifies the network address or the reference clock type of the current synchronization source for this node.";;  
 REGISTERED AS {synchronizationSourceAddressOID};

**A.2.21 Reloj sincronizado**

synchronizedClock ATTRIBUTE  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizedClock;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR synchronizedClockBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "The clock being synchronized by this instance of the time synchronization protocol.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizedClockOID};

**A.2.22 Relojes de sincronización**

synchronizingClocks ATTRIBUTE  
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizingClocks;  
 MATCHES FOR EQUALITY;  
 BEHAVIOUR synchronizingClocksBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "The set of clocks exchanging information with this clock for the purposes of synchronization.";;  
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizingClocksOID};

**A.3 Definiciones de acciones****A.3.1 Reiniciación de reloj**

clockReset ACTION  
 BEHAVIOUR clockResetBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "The BEHAVIOUR of this action is undefined in this Recommendation | International Standard. It provides the capability to distribute an indication to all instances of the time service to restart the time synchronization protocol.";;  
 MODE CONFIRMED;  
 WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.ClockResetInfo;  
 REGISTERED AS {TimeMF.clockResetActionOID};

**A.3.2 Segundo intercalar**

leapSecond ACTION  
 BEHAVIOUR leapSecondActionBeh BEHAVIOUR  
 DEFINED AS  
 "The BEHAVIOUR of this action is undefined in this Recommendation | International Standard. It provides the capability to distribute an indication that a leap second is about to occur. It includes a mechanism to set the appropriate parameters in the protocol.";;  
 MODE CONFIRMED;  
 WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.LeapSecondInfo;  
 REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondActionOID};

### A.3.3 Reiniciación de protocolo

protocolReset ACTION

BEHAVIOUR protocolResetBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS

"The BEHAVIOUR of this action is undefined in this Recommendation | International Standard. It provides the capability to distribute an indication to all instances of the time service to restart the time synchronization protocol.";

MODE CONFIRMED;

WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.ProtocolResetInfo;

REGISTERED AS {TimeMF.protocolResetActionOID};

## A.4 Definiciones de vinculaciones de nombres

### A.4.1 fuente de reloj-sistema

clockSource-system NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS clockSource AND SUBCLASSES;  
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2:1992": system AND  
SUBCLASSES;  
WITH ATTRIBUTE clockID;  
CREATE WITH-AUTOMATIC-INSTANCE-NAMING;  
DELETE DELETES-CONTAINED-OBJECTS;

REGISTERED AS{TimeMF.clockSource-systemOID};

### A.4.2 protocolo de sincronización-sistema

synchronizationProtocol-system NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS synchronizationProtocol AND SUBCLASSES;  
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2:1992": system AND  
SUBCLASSES;  
WITH ATTRIBUTE synchronizationProtocolID;  
CREATE WITH-AUTOMATIC-INSTANCE-NAMING;  
DELETE DELETES-CONTAINED-OBJECTS;

REGISTERED AS{TimeMF.synchronizationProtocol-systemOID};

## A.5 Módulo de definición ASN.1 para la información de gestión

-- <ASN1.Version 1990,1994 TimeMF --

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeMF(1)}> --

TimeMF {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeMF(1)}

DEFINITIONS IMPLICIT TAGS ::= BEGIN

-- EXPORTS everything --

IMPORTS

Attribute, ObjectInstance

FROM

CMIP-1 {joint-iso-ccitt ms(9) cmip(1) modules(0) protocol(3)}

SimpleNameType

FROM

Attribute-ASN1Module {joint-iso-ccitt ms(9) smi(3) part2(2) asn1Module(2) 1};

-- object identifier values --

timeManagement OBJECT IDENTIFIER ::= { joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}

clockSourceOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) clockSource(0)}

localClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) localClock(1)}

referenceClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) referenceClock(2)}

**synchronizationProtocolOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3)  
synchronizationProtocol(3)}**

**ntpProtocolOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) ntpProtocol(4)}**

**clockSourceDetailPkgOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement package(4) clockSourceDetailPkg(0)}**

**leapSecondPkgOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement package(4) leapSecondPkg(1)}**

**clockAdjustmentIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockAdjustmentInterval(0)}**

**clockDriftOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockDrift(1)}**

**clockEstimatedErrorOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEstimatedError(2)}**

**clockEventCodeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventCode(3)}**

**clockEventCounterOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventCounter(4)}**

**clockEventTimeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventTime(5)}**

**clockIDOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockID(6)}**

**clockMaximumErrorOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockMaximumError(7)}**

**clockPrecisionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockPrecision(8)}**

**clockStatusOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockStatus(9)}**

**clockStratumOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockStratum(10)}**

**clockValueOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockValue(11)}**

**filterSizeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) filterSize(12)}**

**filterWeightOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) filterWeight(13)}**

**leapSecondCountOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) leapSecondCount(14)}**

**leapSecondIndicationOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) leapSecondIndication(15)}**

**localClockAddressOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) localClockAddress(16)}**

**maximumClockAgeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumClockAge(17)}**

**maximumDispersionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumDispersion(18)}**

**maximumDistanceOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumDistance(19)}**

**maximumPollIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumPollInterval(20)}**

**maximumSelectClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumSelectClock(21)}**

**maximumSkewOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumSkew(22)}**

**maximumStratumOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumStratum(23)}**

**minimumDispersionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumDispersion(24)}**

**minimumPollIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumPollInterval(25)}**

**minimumSelectClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumSelectClock(26)}**

**peerClockAddressesOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) peerClockAddresses(27)}**

**reachabilityRegisterSizeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) reachabilityRegisterSize(28)}**

**referenceClockTypeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) referenceClockType(29)}**

**selectWeightOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) selectWeight(30)}**

**synchronizationProtocolIDOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizationProtocolID(31)}**

**synchronizationProtocolTypeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7)  
synchronizationProtocolType(32)}**

**synchronizationSourceAddressOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7)  
synchronizationSourceAddress(33)}**

**synchronizedClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizedClock(34)}**

**synchronizingClocksOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizingClocks(35)}**

```

clockResetActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) clockResetAction(1)}
leapSecondActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) leapSecondAction(2)}
protocolResetActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) protocolResetAction(3)}
synchronizationProtocol-systemOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement nameBinding(6) synchronizationProtocol-
system(1)}
clockSource-systemOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement nameBinding(6) clockSource-system(2)}
ntp SynchronizationProtocolType ::= { joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) synchProtocolType(20) ntp(1) }
-- type references --
AdjustmentInterval ::= TimeInterval
ClockAddress ::= CHOICE {
    isoNsap [1] OCTET STRING (SIZE (0 | 3..20)),
    ip [2] SEQUENCE {
        host OCTET STRING (SIZE(4)),
        port INTEGER (0..65536)
    }
}
ClockDrift ::= REAL
ClockEstimatedError ::= TimeInterval
ClockEventCode ::= INTEGER {
    unspecified (0),
    restart (1),
    systemOrHardwareFault (2),
    newStatusWord (3),
    newSynchSourceOrStratum (4),
    systemClockReset (5),
    systemInvalidTimeOrDate (6),
    systemClockException (7),
    reserved8 (8),
    reserved9 (9),
    reserved10 (10),
    reserved11 (11),
    reserved12 (12),
    reserved13 (13),
    reserved14 (14),
    reserved15 (15)
}
ClockEventCounter ::= INTEGER (0 .. 255)
ClockEventTime ::= GlobalTime
ClockID ::= SimpleNameType
ClockMaximumError ::= TimeInterval
ClockValue ::= GlobalTime
CumLeapSeconds ::= INTEGER (0 .. 255)
ClockResetInfo ::= ClockValue
CurrSynchSourceAddress ::= CHOICE {
    refPeerAssoc [0] ClockAddress,
    refClockID [1] ReferenceClockType
}
DateOfLeap ::= GeneralizedTime
Dispersion ::= TimeInterval
-- This field represents the dispersion (positive values only). --
FilterSize ::= INTEGER (0 .. 32)
FilterWeight ::= REAL (0 .. {mantissa 1, base 10, exponent 0})
GlobalTime ::= OCTET STRING (SIZE (8)) -- See 8.1.--

```

**LeapIndication ::= ENUMERATED {**  
     **noWarning** (0),  
     **minuteHas61Seconds** (1),  
     **minuteHas59Seconds** (2),  
     **alarmCondition** (3) }

**LeapSecondInfo ::= SEQUENCE {**  
     **leapIndication** LeapIndication,  
     **dateOfLeap** DateOfLeap  
     **}**

**MaxAperature ::= TimeInterval**

**MaxClockAge ::= TimeInterval**

**MaxDistance ::= TimeInterval**

**MaxSkew ::= TimeInterval**

**PeerClockAddresses ::= SET OF SinglePeerClock**

**PollInterval ::= INTEGER (0..MAX)**

*-- This field represents the polling interval in seconds and can only contain positive values. --*

**Precision ::= TimeInterval**

*-- This field represents precision and can only contain positive values. --*

**ProtocolResetInfo ::= SET OF Attribute**

**ReachRegSize ::= INTEGER (0 .. 32)**

**ReferenceClockType ::= INTEGER {**  
     **unspecifiedOrUnknown** (0),  
     **calibratedAtomicClock** (1),  
     **radioVLForLF** (2),  
     **radioHF** (3),  
     **radioUHF** (4),  
     **localNet** (5),  
     **synch** (6),  
     **wallclock** (7),  
     **telephoneModem** (8),  
     **gps** (9),  
     **loranC** (10),  
     **other** (11)  
     **}**

**SelectClock ::= INTEGER (0 .. 255)**

**SelectWeight ::= REAL (0 .. {mantissa 1, base 10, exponent 0})**

**SinglePeerClock ::= SEQUENCE {**  
     **assocNum** [0] INTEGER,  
     **assocClock** [1] ClockAddress  
     **}**

**Stratum ::= INTEGER (0..255)**

*-- A value of zero means that the stratum is not specified. --*

*-- A value of one indicates a primary reference. --*

*-- Values from 2 to 255 indicate secondary references of increasing --*

*-- distance from the root of the synchronization subnet .--*

**Status ::= INTEGER {**  
     **operatingWithinNominals** (0),  
     **replyTimeout** (1),  
     **badReplyFormat** (2),  
     **hardwareSoftwareFault** (3),  
     **propagationFailure** (4),  
     **badDateFormatOrValue** (5),  
     **badTimeFormatOrValue** (6)  
     **}**

**SynchronizationProtocolID ::= SimpleNameType**

**SynchronizationProtocolType ::= OBJECT IDENTIFIER**

## ISO/CEI 10164-20 : 1999 (S)

**SynchronizedClock ::= ObjectInstance**

**SynchronizingClocks ::= SET OF ObjectInstance**

**TimeInterval ::= OCTET STRING (SIZE (8)) -- See 8.1. --**

**TSelect ::= OCTET STRING (SIZE (4))**

**END -- End of syntax definitions --**

### A.6 Módulo de definición ASN.1 para la representación del tiempo

-- <ASN1.Version 1990,1994 TimeRepresentation --

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) --

-- timeRepresentation(2) }> --

**TimeRepresentation {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeRepresentation(2)}**

**DEFINITIONS ::= BEGIN**

**Epochs ::= INTEGER (-128 .. 127)**

**Seconds ::= INTEGER (0 .. 4294967295)**

**Nanoseconds ::= INTEGER (0 .. 999999999)**

**MaximumErrorInNanoseconds ::= INTEGER {noEstimate (281474976710655)}  
(0 .. 281474976710654)**

**CumLeapSeconds ::= INTEGER (0 .. 65536)**

**TimeZone ::= INTEGER {unknown (781)} (-780 .. 781)**

-- Represents minutes east of GMT.--

**TimeStamp ::= SEQUENCE {**

**epoch Epochs,**  
**second Seconds,**  
**nanosecond Nanoseconds,**  
**maximumError MaximumErrorInNanoseconds**  
**}**

**ClockTime ::= SEQUENCE {**

**time TimeStamp,**  
**leapSeconds CumLeapSeconds,**  
**localTimeZone TimeZone**  
**}**

**TimeInterval ::= SEQUENCE {**

**epochs Epochs,**  
**seconds Seconds,**  
**nanoseconds Nanoseconds**  
**}**

**TimeDifference ::= SEQUENCE {**

**sign ENUMERATED {positive (0), negative (1)},**  
**epochs Epochs,**  
**seconds Seconds,**  
**nanoseconds Nanoseconds,**  
**maximumError MaximumErrorInNanoseconds**  
**}**

**END**

## Anexo B

### Protocolo de señales horarias de red e información de gestión del tiempo

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

#### B.1 El protocolo de señales horarias de red

El protocolo de señales horarias de red se puede implementar como el servicio de sincronización horaria que subyace a esta función gestión del tiempo. En ese caso, cumplirá las disposiciones de RFC 1305 (véase [5] en H.4). La clase de objeto gestionado NTP se utilizará con el protocolo de señales horarias de red del servicio de sincronización horaria.

#### B.2 Definición de clase de objeto gestionado Protocolo ntp

El objeto Protocolo ntp proporciona acceso a los parámetros básicos del protocolo de sincronización horaria protocolo de señales horarias de red (NTP). Es una subclase de la clase de objeto gestionado protocolo de sincronización. Los parámetros básicos del NTP incluyen tanto el protocolo para intercambiar información horaria como los procedimientos y algoritmos utilizados para procesar la información horaria recogida y realizar las acciones pertinentes. El objeto Protocolo ntp incluye atributos para indicar:

- el estado actual del protocolo de sincronización horaria (intervalos de interrogación secuencial, modos de servicio, etc.) (específico de la subclase considerada);
- la separación de frecuencia, el retardo, el error máximo (y demás información importante) asociados con cada reloj con el que se ha intercambiado información horaria.

##### ntpProtocol MANAGED OBJECT CLASS

**DERIVED FROM** synchronizationProtocol;

**CHARACTERIZED BY** ntpProtocolPkg PACKAGE

**BEHAVIOUR** ntpProtocolBeh BEHAVIOUR

**DEFINED AS**

"This object provides general information about the Network Time Protocol (ntp) time synchronization protocol.";;

**ATTRIBUTES**

maximumStratum GET,  
 maximumClockAge GET,  
 maximumSkew GET,  
 maximumDistance GET,  
 minimumPollInterval GET,  
 maximumPollInterval GET,  
 minimumSelectClock GET,  
 maximumSelectClock GET,  
 minimumDispersion GET,  
 maximumDispersion GET,  
 reachabilityRegisterSize GET,  
 filterSize GET,  
 filterWeight GET,  
 selectWeight GET;;;

**REGISTERED AS** {TimeMF.ntpProtocolOID};

#### B.3 Definiciones de atributos

##### B.3.1 Tamaño de filtro

###### filterSize ATTRIBUTE

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.FilterSize;

**MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;**

**BEHAVIOUR** filterSizeBeh BEHAVIOUR

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the size of the clock filter shift register.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.filterSizeOID};

### B.3.2 Ponderación de filtro

**filterWeight ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.FilterWeight;  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR filterWeightBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the weight used to compute the filter dispersion.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.filterWeightOID};

### B.3.3 Envejecimiento máximo de reloj

**maximumClockAge ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.MaxClockAge;  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR maximumClockAgeBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the maximum interval without an update that a reference clock will be considered  
valid.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.maximumClockAgeOID};

### B.3.4 Dispersión máxima

**maximumDispersion ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Dispersion;  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR maximumDispersionBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the maximum dispersion increment allowable, also specifies the dispersion assumed for  
missing data.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.maximumDispersionOID};

### B.3.5 Distancia máxima

**maximumDistance ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.MaxDistance;  
MATCHES FOR EQUALITY;  
BEHAVIOUR maximumDistanceBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the maximum acceptable synchronization distance.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.maximumDistanceOID};

### B.3.6 Intervalo máximo de interrogación secuencial

**maximumPollInterval ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.PollInterval;  
MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;  
BEHAVIOUR maximumPollIntervalBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the maximum polling interval allowable in the system.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.maximumPollIntervalOID};

### B.3.7 Máximo de relojes para selección

**maximumSelectClock ATTRIBUTE**  
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SelectClock;  
MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;  
BEHAVIOUR maximumSelectClockBeh BEHAVIOUR  
DEFINED AS  
"This attribute specifies the maximum number of peers considered for selection.";;  
REGISTERED AS {TimeMF.maximumSelectClockOID};

**B.3.8 Oblicuidad máxima**

**maximumSkew ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.MaxSkew;

**MATCHES FOR EQUALITY;**

**BEHAVIOUR** maximumSkewBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the maximum offset error caused by the skew of a local clock over the interval specified by maximumClockAge.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.maximumSkewOID};

**B.3.9 Estrato máximo**

**maximumStratum ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.Stratum;

**MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;**

**BEHAVIOUR** maximumStratumBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the maximum stratum value that can be encoded as a packet variable, also interpreted as network unreachable.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.maximumStratumOID};

**B.3.10 Dispersión mínima**

**minimumDispersion ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.Dispersion;

**MATCHES FOR EQUALITY;**

**BEHAVIOUR** minimumDispersionBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the minimum dispersion increment for each stratum level.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.minimumDispersionOID};

**B.3.11 Intervalo mínimo de interrogación secuencial**

**minimumPollInterval ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.PollInterval;

**MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;**

**BEHAVIOUR** minimumPollIntervalBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the minimum polling interval allowable in the system.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.minimumPollIntervalOID};

**B.3.12 Mínimo de relojes para selección**

**minimumSelectClock ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.SelectClock;

**MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;**

**BEHAVIOUR** minimumSelectClockBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the minimum number of peers acceptable for synchronization.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.minimumSelectClockOID};

**B.3.13 Tamaño de registro de alcanzabilidad**

**reachabilityRegisterSize ATTRIBUTE**

**WITH ATTRIBUTE SYNTAX** TimeMF.ReachRegSize;

**MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;**

**BEHAVIOUR** reachabilityRegisterSizeBeh **BEHAVIOUR**

**DEFINED AS**

"This attribute specifies the size of the reachability register.";;

**REGISTERED AS** {TimeMF.reachabilityRegisterSizeOID};

### B.3.14 Ponderación de selección

selectWeight ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SelectWeight;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR selectWeightBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute specifies the weight used to compute the selection dispersion.";

REGISTERED AS {TimeMF.selectWeightOID};

--<GDMO.EndDocument "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1997"

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}>--

## Anexo C

### Servicio horario distribuido e información de gestión del tiempo

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

#### C.1 El servicio horario distribuido

El servicio horario distribuido se puede implementar como el servicio de sincronización horaria que subyace a esta función gestión del tiempo. En ese caso, cumplirá las disposiciones del servicio horario distribuido definido en OSF DCE 1.0 (véase [5] en H.4).

#### C.2 Objeto gestionado Protocolo dts

Queda en estudio una clase de objeto gestionado para sustentar DTS.

## Anexo D<sup>2)</sup>

### Formulario de MCS

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

#### D.1 Introduction

##### D.1.1 Purpose and structure

The Management Conformance Summary (MCS) is a statement by a supplier that identifies an implementation and provides information on whether the implementation claims conformance to any of the listed set of documents that specify conformance requirements to OSI management.

The MCS proforma is a document in the form of a questionnaire that, when completed by the supplier of an implementation, becomes the MCS.

##### D.1.2 Instructions for completing the MCS proforma to produce an MCS<sup>3)</sup>

The supplier of the implementation shall enter an explicit statement in each of the boxes provided. Specific instruction is provided in the text which precedes each table.

---

<sup>2)</sup> Comunicado sobre derechos de autor del formulario de MCS

Los usuarios de esta Recomendación | Norma Internacional pueden reproducir libremente el formulario de MCS de este anexo a fin de que pueda ser utilizado para los fines previstos, y pueden además publicar el MCS cumplimentado.

<sup>3)</sup> En la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6 se especifican las instrucciones para rellenar el formulario de MCS.

**D.1.3 Symbols, abbreviations and terms**

For all annexes of this Recommendation | International Standard, the following common notations, defined in ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2 and ITU-T Rec. X.296 | ISO/IEC 9646-7, are used for the Status column:

- m Mandatory
- o Optional
- c Conditional
- x Prohibited
- Not applicable or out of scope

NOTE 1 – "c", "m", and "o" are prefixed by a "c:" when nested under a conditional or optional item of the same table.

NOTE 2 – "o" may be suffixed by ".N" (where N is a unique number) for mutually exclusive or selectable options among a set of status values. Support of at least one of the choices (from the items with the same values of N) is required.

For all annexes of this Recommendation | International Standard, the following common notations, defined in ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2 and ITU-T Rec. X.296 | ISO/IEC 9646-7 are used for the Support column:

- Y Implemented
- N Not implemented
- No answer required
- Ig The item is ignored (i.e. processed syntactically but not semantically)

**D.2 Identification of the implementation****D.2.1 Date of statement**

The supplier of the implementation shall enter the date of this statement in the box below. Use the format DD-MM-YYYY.

Date of statement
-------------------

**D.2.2 Identification of the implementation**

The supplier of the implementation shall enter information necessary to uniquely identify the implementation and the system(s) in which it may reside, in the box below.

--

**D.2.3 Contact**

The supplier of the implementation shall provide information on whom to contact if there are any queries concerning the content of the MCS, in the box below.

--

**D.3 Identification of the Recommendation | International Standard in which the management information is defined**

The supplier of the implementation shall enter the title, reference number and date of the publication of the Recommendation | International Standard which specifies the management information to which conformance is claimed, in the box below.

Recommendation   International Standard to which conformance is claimed
---

**D.3.1 Technical corrigenda implemented**

The supplier of the implementation shall enter the reference numbers of implemented technical corrigenda which modify the identified Recommendation | International Standard, in the box below.

--

**D.3.2 Amendments implemented**

The supplier of the implementation shall state the titles and reference numbers of implemented amendments to the identified Recommendation | International Standard, in the box below.

--

**D.4 Management conformance summary**

The supplier of implementation shall state the capabilities and features supported and provide summary of conformance claims to Recommendations | International Standards using the tables in this annex.

The supplier of the implementation shall specify the roles that are supported, in Table D.1

**Table D.1 – Roles**

Index	Roles supported	Status	Support	Additional information
1	Manager role support	o.1		
2	Agent role support	o.1		

The supplier of the implementation shall specify support for the systems management functional units, in Table D.2

**Table D.2 – Systems management functional units**

Index	Systems management functional unit name	Manager		Agent		Additional information
		Status	Support	Status	Support	
1	clock control functional unit	c1		c2		
2	clock coordination control functional unit	c1		c2		

c1: if D.1/1a then o else –  
c2: if D.1/2a then o else –

The supplier of the implementation shall specify support for management information in the manager role, in Table D.3

**Table D.3 – Manager role minimum conformance requirement**

Index	Item	Status	Support	Additional information
1	Operations on managed objects	c3		
2	Clock reset action for local clock managed object	c4		
3	Clock reset action for reference clock managed object	c4		
4	Leap second action for synchronization protocol (or subclass) managed object	c5		
5	Protocol reset action for synchronization protocol (or subclass) managed object	c5		
6	State change notification for local clock managed object	c4		
7	State change notification for reference clock managed object	c4		
c3: if D.1/1a then o.2 else – c4: if D.2/1a then o.3 else (if D.1/1a then o.2 else –) c5: if D.2/2a then m else (if D.1/1a then o.2 else –)				

The supplier of the implementation shall specify support for management information in the agent role, in Table D.4

**Table D.4 – Agent role minimum conformance requirement**

Index	Item	Status	Support	Additional information
1	Local clock managed object	c6		
2	Reference clock managed object	c7		
3	Synchronization protocol managed object	c8		
4	NTP protocol managed object	c9		
c6: if D.1/2a then m else – c7: if D.1/2a then o else – c8: if support of a synchronization protocol for which there is no specialized managed object class (e.g. DTS) then m else – (Indicate synchronization protocol in Additional information column) c9: if support of NTP protocol then m else –				

The supplier of the implementation shall provide information on claims of conformance to any of the Recommendation | International Standards summarized in Tables D.5 to D.8. For each Recommendation | International Standard that the supplier of the implementation claims conformance to, the corresponding conformance statement(s) shall be completed, or referenced by, the MCS. The supplier of the implementation shall complete the Support, Table numbers and Additional information columns.

In Tables D.5 to D.8, the Status column is used to indicate whether the supplier of the implementation is required to complete the referenced tables or referenced items. Conformance requirements are as specified in the referenced tables or referenced items and are not changed by the value of the MCS Status column. Similarly, the Support column is used by the supplier of the implementation to indicate completion of the referenced tables or referenced items.

**Table D.5 – PICS support summary**

Index	Identification of the document that includes the PICS proforma	Table numbers of PICS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of PICS	Additional information
1	"CCITT Rec. X.730 (1992)   ISO/IEC 10164-1:1993"	Annex E all tables	SM application context	–	o			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	– (PICS proforma do not exist, indicate support only)	NTP protocol	–	c10			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	– (PICS proforma do not exist, indicate support only)	DTS protocol	–	c11			
c10: if D.4/4a then m else – c11: if support of DTS protocol then m else –								

**Table D.6 – MOCS support summary**

Index	Identification of the document that includes the MOCS proforma	Table numbers of MOCS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MOCS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.1-F.6	localClock	–	c12			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.7-F.12	referenceClock	–	c13			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.13-F.17	synchronizationProtocol	–	c14			
4	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.18-F.22	ntpProtocol	–	c15			
c12: if D.4/1a then m else – c13: if D.4/2a then m else – c14: if D.4/3a then m else – c15: if D.4/4a then m else –								

**Table D.7 – MRCS support summary**

Index	Identification of the document that includes the MRCS proforma	Table numbers of MRCS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MRCS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table G.1/1	clockSource-system	–	o			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table G.1/2	synchronizationProtocol system	–	o			

**Table D.8 – MICS support summary**

Index	Identification of the document that includes the MICS proforma	Table numbers of MICS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MICS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.1	management operations	–	c16			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.2	actions	–	c17			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998)   ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.3	notification	–	c18			
c16: if D.3/1a then m else – c17: if D.3/2a or D.3/3a or D.3/4a or D.3/5a then m else – c18: if D.3/6a or D.3/7a then m else –								

**Anexo E<sup>4)</sup>****Formulario de MICS**

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

**E.1 Introduction**

The purpose of this MICS proforma is to provide a mechanism for a supplier of an implementation which claims conformance, in the manager role, to management information specified in this Recommendation | International Standard, to provide conformance information in a standard form.

**E.2 Instructions for completing the MICS proforma to produce a MICS**

The MICS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. In addition to the general guidance given in ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary, provide additional information.

**E.3 Symbols, abbreviations and terms**

The MICS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with CCITT Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2.

The notations used in the Status and Support columns are specified in D.1.3.

**E.4 Statement of conformance to the management information****E.4.1 Attributes**

The specifier of a manager role implementation that claims to support management operations on the attributes specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Tables E.1 to E.7 and complete them.

**4) Comunicado sobre derechos de autor del formulario de MICS**

Los usuarios de esta Recomendación | Norma Internacional pueden reproducir libremente el formulario de MICS de este anexo a fin de que pueda ser utilizado para los fines previstos, y pueden además publicar el MICS cumplimentado.

Table E.1 – Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2: 1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF Objectless	o		o	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER				
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	o.5		o.5	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	o		o	
5	clockId	{2 9 2 20 7 6}		–		o.5	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	–		o.5	
7	clockStatus	{2 9 2 20 7 9}		–		o.5	
8	clockValue	{2 9 2 20 7 11}		–		o.5	
9	clockPrecision	{2 9 2 20 7 8}		–		o.5	
10	clockDrift	{2 9 2 20 7 1}		–		o.5	
11	clockMaximumError	{2 9 2 20 7 7}		–		o.5	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 20 7 2}		–		o.5	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 20 7 15}		o.5		o.5	
14	leapSecondCount	{2 9 2 20 7 14}		o.5		o.5	
15	clockEventCounter	{2 9 2 20 7 4}		–		o.5	
16	clockEventCode	{2 9 2 20 7 3}		–		o.5	
17	clockEventTime	{2 9 2 20 7 5}		–		o.5	
18	localClockAddress	{2 9 2 20 7 16}		–		o.5	
19	peerClockAddresses	{2 9 2 20 7 27}		o.5		o.5	
20	synchronizationSourceAddress	{2 9 2 20 7 33}		–		o.5	
21	clockStratum	{2 9 2 20 7 10}		–		o.5	
22	clockAdjustmentInterval	{2 9 2 20 7 0}		o.5		o.5	
23	referenceClockType	{2 9 2 20 7 29}		–		o.5	
24	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		–		o.5	
25	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		–		o.5	
26	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		–		o.5	
27	maximumStratum	{2 9 2 20 7 23}		–		o.5	
28	maximumClockAge	{2 9 2 20 7 17}		–		o.5	
29	maximumSkew	{2 9 2 20 7 22}		–		o.5	
30	maximumDistance	{2 9 2 20 7 19}		–		o.5	
31	minimumPollInterval	{2 9 2 20 7 25}		–		o.5	
32	maximumPollInterval	{2 9 2 20 7 20}		–		o.5	
33	minimumSelectClock	{2 9 2 20 7 26}		–		o.5	
34	maximumSelectClock	{2 9 2 20 7 21}		–		o.5	
35	minimumDispersion	{2 9 2 20 7 24}		–		o.5	
36	maximumDispersion	{2 9 2 20 7 18}		–		o.5	
37	reachabilityRegisterSize	{2 9 2 20 7 28}		–		o.5	
38	filterSize	{2 9 2 20 7 12}		–		o.5	
39	filterWeight	{2 9 2 20 7 13}		–		o.5	
40	selectWeight	{2 9 2 20 7 30}		–		o.5	
41	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		–		o.5	

**Table E.1 (concluded) – Attribute support**

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	–		–		–		–		
3	–		–		–		–		
4	–		–		–		–		
5	–		–		–		–		
6	–		–		–		–		
7	–		–		–		–		
8	–		–		–		–		
9	–		–		–		–		
10	–		–		–		–		
11	–		–		–		–		
12	–		–		–		–		
13	0.5		–		–		–		
14			–		–		–		
15			–		–		–		
16	–		–		–		–		
17	–		–		–		–		
18	–		–		–		–		
19	0.5		0.5		0.5		–		
20	–		–		–		–		
21	–		–		–		–		
22	0.5		–		–		–		
23	–		–		–		–		
24	–		–		–		–		
25	–		–		–		–		
26	–		–		–		–		
27	–		–		–		–		
28	–		–		–		–		
29	–		–		–		–		
30	–		–		–		–		
31	–		–		–		–		
32	–		–		–		–		
33	–		–		–		–		
34	–		–		–		–		
35	–		–		–		–		
36	–		–		–		–		
37	–		–		–		–		
38	–		–		–		–		
39	–		–		–		–		
40	–		–		–		–		
41	–		–		–		–		

**E.4.2 Create and delete management operations**

The specifier of a manager role implementation that claims to support the create or the delete management operations on the managed objects specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Tables E.2 to E.5 and complete them.

**E.4.2.1 Local clock managed object class**

See Table E.2.

**Table E.2 – Create and delete support**

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	localClock MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	localClock MO	o.5		

**E.4.2.2 Reference clock managed object class**

See Table E.3.

**Table E.3 – Create and delete support**

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	referenceClock MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	referenceClock MO	o.5		

**E.4.2.3 Synchronization protocol managed object class**

See Table E.4.

**Table E.4 – Create and delete support**

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	synchronizationProtocol MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	synchronizationProtocol MO	o.5		

**E.4.2.4 NTP protocol managed object class**

See Table E.5.

**Table E.5 – Create and delete support**

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	ntpProtocol MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	ntpProtocol MO	o.5		

### E.4.3 Actions

The specifier of a manager role implementation that claims to support the actions specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Table E.6 and complete it.

**Table E.6 – Action support**

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		c1		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		c2		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		c3		

**Table E.6 (concluded) – Action support**

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	<b>Information Syntax</b> ClockValue	c1		
2	2.1	LeapSecondInfo	<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	c2		
	2.1.1	LeapIndication	<b>ENUMERATED</b>	m		
	2.1.2	DayOfLeap	<b>GeneralizedTime</b>	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	<b>Information Syntax</b> SET OF SEQUENCE	c3		
c1: if D.3/2a or D.3/3a then m else – c2: if D.3/4a then m else – c3: if D.3/5a then m else –						

### E.4.4 Notification

See Table E.7.

**Table E.7 – Notification support**

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		c4			

**Table E.7 (concluded) – Notification support**

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	c4		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	c:m		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	c:m		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	c:m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	c:m		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	c:m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	c:m		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:m		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	c:m		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
	1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:m		
	1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m		

c4: if D.8/3a then m else –

**Anexo F<sup>5)</sup>****Formulario de MOCS**

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

**F.1 Introduction**

The purpose of this MOCS proforma is to provide a mechanism for a supplier of an implementation of a Recommendation | International Standard which claims conformance to a managed object class, to provide conformance information in a standard form.

**5) Comunicado sobre derechos de autor del formulario de MOCS**

Los usuarios de esta Recomendación | Norma Internacional pueden reproducir libremente el formulario de MOCS de este anexo a fin de que pueda ser utilizado para los fines previstos, y pueden además publicar el MOCS cumplimentado.

**F.1.1 Instructions for completing the MOCS proforma to produce a MOCS<sup>6)</sup>**

The MOCS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary provide additional information.

**F.1.2 Symbols, abbreviations and terms**

The MOCS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2.

The notations used in the Status and Support columns are specified in D.1.3.

**F.2 localClock**

**F.2.1 Statement of conformance to the managed object class**

See Table F.1.

**Table F.1 – localClock Managed object class support**

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	localClock	{2 9 2 20 3 1}		

If the answer to the actual class question in Table F.1 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.2.

**Table F.2 – localClock Actual class support**

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

<sup>6)</sup> En la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6 se especifican las instrucciones para rellenar el formulario de MOCS.

**F.2.2 Packages**

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.3.

**Table F.3 – localClock Package support**

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992":  allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphy"	c1		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992":  packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c2		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992":  topPackage	–	Mandatory	m		
4	clockSourcePkg	–	Mandatory	m		
5	clockSourceDetailPkg	{2 9 2 20 4 0}	"if an instance supports it"	o		
6	leapSecondPkg	{2 9 2 20 4 1}	"if an instance supports it"	o		
7	localClockPkg	–	Mandatory	m		
c1: if F.1/1b then – else m c2: if F.3/1a then m else –						

**F.2.3 Attributes**

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.4. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.4 – localClock Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c3		c4	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c5		c6	
5	clockId	{2 9 2 2 0 7 6}		x		m	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	x		m	
7	clockStatus	{2 9 2 2 0 7 9}		c8		m	
8	clockValue	{2 9 2 2 0 7 11}		c8		m	
9	clockPrecision	{2 9 2 2 0 7 8}		c10		c9	
10	clockDrift	{2 9 2 2 0 7 1}		c10		c9	
11	clockMaximumError	{2 9 2 2 0 7 7}		c10		c9	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 2 0 7 2}		c10		c9	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 2 0 7 15}		c11		c11	
14	leapSecondCount	{2 9 2 2 0 7 14}		c11		c11	
15	clockEventCounter	{2 9 2 2 0 7 4}		c8		m	
16	clockEventCode	{2 9 2 2 0 7 3}		c8		m	
17	clockEventTime	{2 9 2 2 0 7 5}		c8		m	
18	localClockAddress	{2 9 2 2 0 7 16}		c8		m	
19	peerClockAddresses	{2 9 2 2 0 7 27}		m		m	
20	synchronizationSourceAddress	{2 9 2 2 0 7 33}		c8		m	
21	clockStratum	{2 9 2 2 0 7 10}		m		m	
22	clockAdjustmentInterval	{2 9 2 2 0 7 0}		m		m	

**Table F.4 (concluded) – localClock Attribute support**

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c7		c7		c7		c7		
5	x		–		–		x		
6	x		–		–		x		
7	c8		–		–		c8		
8	c8		–		–		c8		
9	c10		–		–		c10		
10	c10		–		–		c10		
11	c10		–		–		c10		
12	c10		–		–		c10		
13	c11		–		–		c12		
14	c11		–		–		c12		
15	c8		–		–		c8		
16	c8		–		–		c8		
17	c8		–		–		c8		
18	c8		–		–		c8		
19	m		m		m		c8		
20	c8		–		–		c8		
21	c8		–		–		c8		
22	m		–		–		c8		
c3: if F.3/1a then o else – c4: if F.3/1a then m else – c5: if F.3/2a then o else – c6: if F.3/2a then m else – c7: if F.3/2a then x else – c8: if F.1/1b then x else – c9: if F.3/5a then m else – c10: if F.3/5a and F.1/1b then x else – c11: if F.3/6a then m else – c12: if F.3/6a and F.1/1b then x else –									

**F.2.4 Action**

See Table F.5.

**Table F.5 – localClock Action support**

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		

**Table F.5 (concluded) – localClock Action support**

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	<b>Information Syntax</b> ClockValue	m		

**F.2.5 Notification**

See Table F.6.

**Table F.6 – localClock Notification support**

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		m			

**Table F.6 (concluded) – localClock Notification support**

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	m		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	o		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	o		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	o		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	o		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:o		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	o		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:o			
1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m			

**F.3 referenceClock**

**F.3.1 Statement of conformance to the managed object class**

See Table F.7.

**Table F.7 – referenceClock Managed object class support**

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	referenceClock	{2 9 2 20 3 2}		

If the answer to the actual class question in Table F.7 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.8.

**Table F.8 – referenceClock Actual class support**

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

**F.3.2 Packages**

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.9.

**Table F.9 – referenceClock Package support**

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphy"	c13		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c14		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	clockSourcePkg	–	Mandatory	m		
5	clockSourceDetailPkg	{2 9 2 20 4 0}	"if an instance supports it"	o		
6	leapSecondPkg	{2 9 2 20 4 1}	"if an instance supports it"	o		
7	referenceClockPkg	–	Mandatory	m		
c13: if F.7/1b then – else m c14: if F.9/1a then m else –						

### F.3.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.10. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

**Table F.10 – referenceClock Attribute support**

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c15		c16	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c17		c18	
5	clockId	{2 9 2 20 7 6}		x		m	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	x		m	
7	clockStatus	{2 9 2 20 7 9}		c20		m	
8	clockValue	{2 9 2 20 7 11}		c20		m	
9	clockPrecision	{2 9 2 20 7 8}		c22		c21	
10	clockDrift	{2 9 2 20 7 1}		c22		c21	
11	clockMaximumError	{2 9 2 20 7 7}		c22		c21	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 20 7 2}		c22		c21	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 20 7 15}		c23		c23	
14	leapSecondCount	{2 9 2 20 7 14}		c23		c23	
15	clockEventCounter	{2 9 2 20 7 4}		c20		m	
16	clockEventCode	{2 9 2 20 7 3}		c20		m	
17	clockEventTime	{2 9 2 20 7 5}		c20		m	
18	referenceClockType	{2 9 2 20 7 29}		c20		m	

**Table F.10 (concluded) – referenceClock Attribute support**

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c19		c19		c19		c19		
5	x		–		–		x		
6	x		–		–		x		
7	c20		–		–		c20		
8	c20		–		–		c20		
9	c22		–		–		c22		
10	c22		–		–		c22		
11	c22		–		–		c22		
12	c22		–		–		c22		
13	c23		–		–		c24		
14	c23		–		–		c24		
15	c20		–		–		c20		
16	c20		–		–		c20		
17	c20		–		–		c20		
18	c20		–		–		c20		
c15: if F.9/1a then o else – c16: if F.9/1a then m else – c17: if F.9/2a then o else – c18: if F.9/2a then m else – c19: if F.9/2a then x else – c20: if F.7/1b then x else – c21: if F.9/5a then m else – c22: if F.9/5a and F.7/1b then x else – c23: if F.9/6a then m else – c24: if F.9/6a and F.7/1b then x else –									

**F.3.4 Actions**

See Table F.11.

**Table F.11 – referenceClock Action support**

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		

**Table F.11 (concluded) – referenceClock Action support**

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	<b>Information Syntax</b> ClockValue	m		

**F.3.5 Notification**

See Table F.12.

**Table F.12 – referenceClock Notification support**

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		m			

**Table F.12 (concluded) – referenceClock Notification support**

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	m		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	o		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	o		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	o		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	o		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:o		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	o		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
	1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:o		
	1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m		

**F.4 synchronizationProtocol**

**F.4.1 Statement of conformance to the managed object class**

See Table F.13.

**Table F.13 – synchronizationProtocol Managed object class support**

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	ntpProtocol	{2 9 2 20 3 3}		

If the answer to the actual class question in Table F.13 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.14.

**Table F.14 – synchronizationProtocol Actual class support**

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

**F.4.2 Packages**

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.15.

**Table F.15 – synchronizationProtocol Package support**

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c24		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c26		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	synchronizationProtocolPkg	–	Mandatory	m		
c25: if F.13/1b then – else m c26: if F.15/1a then m else –						

### F.4.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.16. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

**Table F.16 – synchronizationProtocol Attribute support**

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c27		c28	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c29		c30	
5	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		m		m	
6	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		c32		m	
7	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		c32		m	
8	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		c32		m	

**Table F.16 (concluded) – synchronizationProtocol Attribute support**

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c31		c31		c31		c31		
5			–		–				
6	c32		–		–		c32		
7	c32		c32		c32		c32		
8	c32		–		–		c32		

c27: if F.15/1a then o else –  
c28: if F.15/1a then m else –  
c29: if F.15/2a then o else –  
c30: if F.15/2a then m else –  
c31: if F.15/2a then x else –  
c32: if F.13/1b then x else –

**F.4.4 Actions**

See Table F.17.

**Table F.17 – synchronizationProtocol Action support**

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		m		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		m		

**Table F.17 (concluded) – synchronizationProtocol Action support**

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	<b>Information Syntax</b> ClockValue	m		
2	2.1	LeapSecondInfo	<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	m		
	2.2	LeapIndication	<b>ENUMERATED</b>	m		
		DayOfLeap	<b>GeneralizedTime</b>	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	<b>Information Syntax</b> SET OF Attribute	m		

**F.5 ntpProtocol**

**F.5.1 Statement of conformance to the managed object class**

See Table F.18.

**Table F.18 – ntpProtocol Managed object class support**

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	ntpProtocol	{2 9 2 20 3 4}		

If the answer to the actual class question in Table F.18 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.19.

**Table F.19 – ntpProtocol Actual class support**

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

**F.5.2 Packages**

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.20.

**Table F.20 – ntpProtocol Package support**

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c33		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c34		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	synchronizationProtocolPkg	–	Mandatory	m		
5	ntpProtocolPkg	–	Mandatory	m		
c33: if F.18/1b then – else m						
c34: if F.20/1a then m else –						

F.5.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.21. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.21 – ntpProtocol Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c35		c36	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c37		c38	
5	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		m		m	
6	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		c40		m	
7	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		c40		m	
8	maximumStratum	{2 9 2 20 7 23}		c40		m	
9	maximumClockAge	{2 9 2 20 7 17}		c40		m	
10	maximumSkew	{2 9 2 20 7 22}		c40		m	
11	maximumDistance	{2 9 2 20 7 19}		c40		m	
12	minimumPollInterval	{2 9 2 20 7 25}		c40		m	
13	maximumPollInterval	{2 9 2 20 7 20}		c40		m	
14	minimumSelectClock	{2 9 2 20 7 26}		c40		m	
15	maximumSelectClock	{2 9 2 20 7 21}		c40		m	
16	minimumDispersion	{2 9 2 20 7 24}		c40		m	
17	maximumDispersion	{2 9 2 20 7 18}		c40		m	
18	reachabilityRegisterSize	{2 9 2 20 7 28}		c40		m	
19	filterSize	{2 9 2 20 7 12}		c40		m	
20	filterWeight	{2 9 2 20 7 13}		c40		m	
21	selectWeight	{2 9 2 20 7 30}		c40		m	
22	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		c40		m	

**Table F.21 (concluded) – ntpProtocol Attribute support**

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c39		c39		c39		c39		
5	x		–		–		x		
6	c40		–		–		c40		
7	c40		c40		c40		c40		
8	c40		–		–		c40		
9	c40		–		–		c40		
10	c40		–		–		c40		
11	c40		–		–		c40		
12	c40		–		–		c40		
13	c40		–		–		c40		
14	c40		–		–		c40		
15	c40		–		–		c40		
16	c40		–		–		c40		
17	c40		–		–		c40		
18	c40		–		–		c40		
19	c40		–		–		c40		
20	c40		–		–		c40		
21	c40		–		–		c40		
22	c40		–		–		c40		
c35: if F.20/1a then o else – c36: if F.20/1a then c40 else – c37: if F.20/2a then o else – c38: if F.20/2a then c40 else – c39: if F.20/2a then x else – c40: if F.18/1b then x else –									

**F.5.4 Actions**

See Table F.22.

**Table F.22 – ntpProtocol Action support**

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		m		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		m		

Table F.22 (concluded) – ntpProtocol Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	<b>Information Syntax</b> ClockValue	m		
2	2.1	LeapSecondInfo	<b>Information Syntax</b> SEQUENCE	m		
	2.2	LeapIndication	<b>ENUMERATED</b>	m		
		DayOfLeap	<b>GeneralizedTime</b>	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	<b>Information Syntax</b> SET OF Attribute	m		

## Anexo G<sup>7)</sup>

### Formulario de MRCS para vinculaciones de nombre

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

#### G.1 Introduction

The purpose of this MRCS proforma for name bindings is to provide a mechanism for a supplier which claims conformance to a name binding to provide conformance information in a standard form.

#### G.2 Instructions for completing the MRCS proforma for name binding to produce a MRCS<sup>28)</sup>

The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary provide additional information.

#### G.3 Statement of conformance to the name binding

See Table G.1.

<sup>7)</sup> Comunicado sobre derechos de autor del formulario de MRCS

Los usuarios de esta Recomendación | Norma Internacional pueden reproducir libremente el formulario de MRCS de este anexo a fin de que pueda ser utilizado para los fines previstos, y pueden además publicar el MRCS cumplimentado.

<sup>8)</sup> En la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6 se especifican las instrucciones para rellenar el formulario de MRCS.

**Table G.1 – Name Binding support**

Index	Name binding template label	Value of object identifier for name binding	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockSource-system	{2 9 2 20 6 1}	Superior class: "CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": system AND SUBCLASSES	o		
2	synchronizationProtocol-system	{2 9 2 20 6 2}	Superior class: "CCITT Rec. X.721 (1992)   ISO/IEC 10165-2:1992": system AND SUBCLASSES	o		

**Table G.1 (concluded) – Name Binding support**

Index	Subindex	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	Create support		m		
	1.1.1	Create with reference object		–		
	1.1.2	Create with automatic instance naming		–		
	1.2	Delete support		m		
	1.2.1	Delete only if no contained objects		–		
	1.2.2	Delete contained objects		–		
2	2.1	Create support		m		
	2.1.2	Create with reference object		–		
	2.1.3	Create with automatic instance naming		–		
	2.2	Delete support		m		
	2.2.1	Delete only if no contained objects		–		
	2.2.2	Delete contained objects		–		

**Anexo H**

**Visión general de los protocolos comunes de coordinación de relojes**

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

Durante el curso de este trabajo se identificaron tres protocolos de coordinación de relojes. Estos protocolos son el protocolo de señales horarias de red (NTP, *network time protocol*), el servicio horario distribuido (DTS, *distributed time service*) y la sincronización probabilística de reloj (PCS, *probabilistic clock synchronization*). A continuación, se ofrece un breve análisis de cada uno para información.

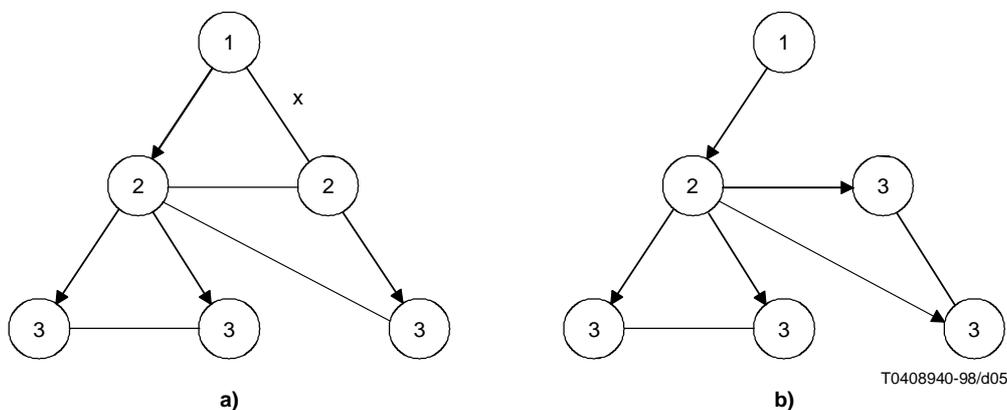
**H.1 Protocolo de señales horarias de red**

El protocolo de señales horarias de red (NTP), consiste en un protocolo, una descripción de servicio y los algoritmos para la difusión de información horaria en un gran sistema de diversas interredes. La documentación completa de NTP es [5]. Las características principales del NTP se enumeran a continuación [7].

- a) La subred de sincronización consiste en una red jerárquica y autoorganizativa de servidores horarios configurados conforme a estimaciones de exactitud y precisión y a la fiabilidad de los participantes.
- b) El protocolo de sincronización funciona en modo sin conexión para minimizar los retardos rotacionales, simplificar las implementaciones y proporcionar el funcionamiento entre redes en cualquier lugar.
- c) El mecanismo de sincronización utiliza un diseño simétrico (que tolera la pérdida de lotes, duplicación y ordenamiento incorrecto), junto con algoritmos de filtrado, selección y combinación que se basan en principios de máxima probabilidad.
- d) El diseño del reloj local se basa en el tipo II, con parámetros adaptativos y bucle de enganche de fase, y las correcciones se calculan mediante indicaciones de tiempo intercambiadas en los arcos de la subred de sincronización.
- e) En la subred de sincronización se utilizan varios servidores horarios redundantes y diversos trayectos de transmisión. Además, los algoritmos proyectados seleccionan la fuente o fuentes de sincronización y el trayecto o trayectos más fiables mediante procedimientos de votación por ponderación.
- f) La tara del sistema se reduce por aplicación del control dinámico de la anchura de banda de bucle de enganche de fase, intervalos de interrogación secuencial y gestión de asociación.

**H.1.1 Estructura de la subred de sincronización NTP**

Un sistema NTP consiste en una red de servidores horarios primarios y secundarios, clientes y trayectos de transmisión interconectados. El servidor horario primario está directamente sincronizado con la fuente de referencia (como un receptor de código de tiempo o un reloj atómico calibrado). El servidor horario secundario obtiene la sincronización, quizás a través de otros servidores secundarios, a partir de un servidor primario. Estos servidores se organizan en una estructura jerárquica. Esta estructura jerárquica es un árbol lógico que refleja el estado actual de la subred de sincronización. La localización dinámica o profundidad de cada servidor dentro de la subred de sincronización se ofrece en un número, denominado su *estrato*, y un número grande de estrato significa un número mayor de servidores o una distancia mayor con respecto a una fuente de referencia. La figura H.1 ilustra esta estructura.



**Figura H.1 – Jerarquía de la subred de sincronización**

Varios factores repercuten en la estructura de la subred de sincronización. El primero es la selección de los pares o servidores para cada cliente. En esta discusión, un servidor es una entidad que proporciona información horaria, y un cliente, una que recibe información horaria. Un par es un cliente o un servidor que interviene en un intercambio de información horaria. Según esta generalización, los servidores secundarios son servidores cuando proporcionan información horaria a otros, y clientes cuando la reciben para sí mismos. La selección de pares o servidores para cada cliente determina cuáles son las entidades que intercambiarán información horaria a efectos de sincronización. La selección de pares para un cliente particular establece los límites de las configuraciones posibles de la subred de sincronización.

Otros límites a las posibles configuraciones de subred de sincronización vienen dados por tres clases de servicio que NTP proporciona a los servidores horarios. Las clases son: multidifusión, llamada a procedimiento y simétrica. Dichas clases de servicio caracterizan la naturaleza del intercambio de información horaria entre cada par cliente-servidor. La clase de servicio multidifusión se destina principalmente a las LAN de alta velocidad en las que no se necesita una gran exactitud. En esta clase de servicio, el servidor transmite la información horaria y el cliente la recibe y utiliza un valor de retardo supuesto para determinar la información de diferencia horaria. La clase de servicio llamada a procedimiento se destina al funcionamiento en un entorno de servidor de ficheros y estación de trabajo. En esta clase, el servidor está preparado para suministrar información horaria al cliente y el cliente se aviene a ser sincronizado por el servidor. En este caso, el servidor responde a las peticiones del cliente pero no mantiene información de estado sobre la historia del intercambio. La generalidad completa de NTP aparece en la clase de servicio simétrica. En esta clase, un servidor intercambia información horaria con un par y se aviene a proporcionar sincronización a ese par o a recibirla de él.

La estructura dinámica de la subred de sincronización NTP refleja la fuente de sincronización que cada cliente elige en un momento de tiempo determinado. Dicha selección está limitada por los pares específicos con los que el cliente intercambia información (determinados por la configuración) y la naturaleza de la relación entre cada par individual de cliente-servidor (definida por el modo de servicio).

**H.1.2 Cómo se determina la desviación de reloj**

En el modelo NTP, se intercambian indicaciones de tiempo entre un cliente y un servidor horario. Sobre la base de un único intercambio de mensajes, se pueden calcular la desviación y el retardo de trayecto de ida y vuelta para una asociación de pares específica. Se incluyen mecanismos que no exigen que este intercambio de mensajes sea fiable. La figura H.2 representa un diagrama espacio temporal de la petición del cliente y la respuesta de los servidores. Las indicaciones de tiempo  $T_i$ ,  $T_{i-1}$ ,  $T_{i-2}$ ,  $T_{i-3}$  representan las cuatro indicaciones de tiempo más recientemente intercambiadas. Sobre esta base, el retardo de ida y vuelta  $\delta_i$  y la desviación de reloj  $O_i$  se definen en las ecuaciones H-1 y H-2.

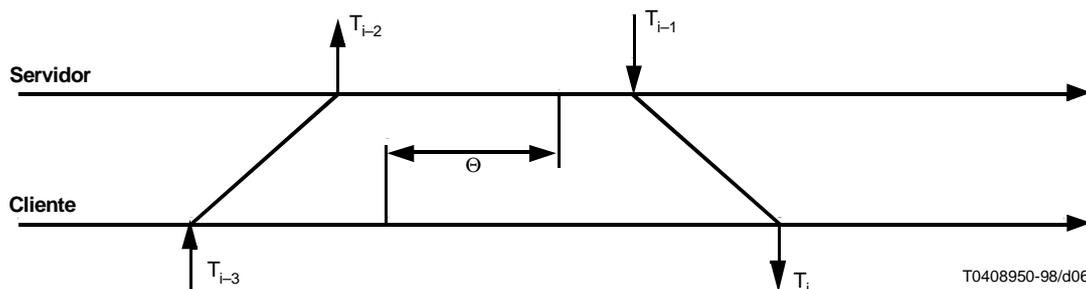
$$\delta_i = (T_i - T_{i-3}) - (T_{i-1} - T_{i-2}) \tag{H-1}$$

$$O_i = ((T_i - T_{i-3}) - (T_{i-1} - T_{i-2})) / 2 \tag{H-2}$$

También se pueden calcular límites para los errores de red en función del retardo medido. La desviación verdadera del cliente con respecto al servidor es  $O$ . El retardo actual entre el cliente y el servidor (en un sentido) es  $x$ . Según esta técnica,  $x + O = T_{i-2} - T_{i-3}$ . Puesto que  $x$  debe ser positivo,  $x = (T_{i-2} - T_{i-3}) - O \geq 0$ , que exige  $O \leq T_{i-2} - T_{i-3}$ . También se puede demostrar que  $T_{i-1} - T_i \leq O$ . Por consiguiente,  $T_{i-1} - T_i \leq O \leq T_{i-2} - T_{i-3}$ . De esto se sigue que

$$O_i - \delta_i / 2 \leq O \leq O_i + \delta_i / 2 \tag{H-3}$$

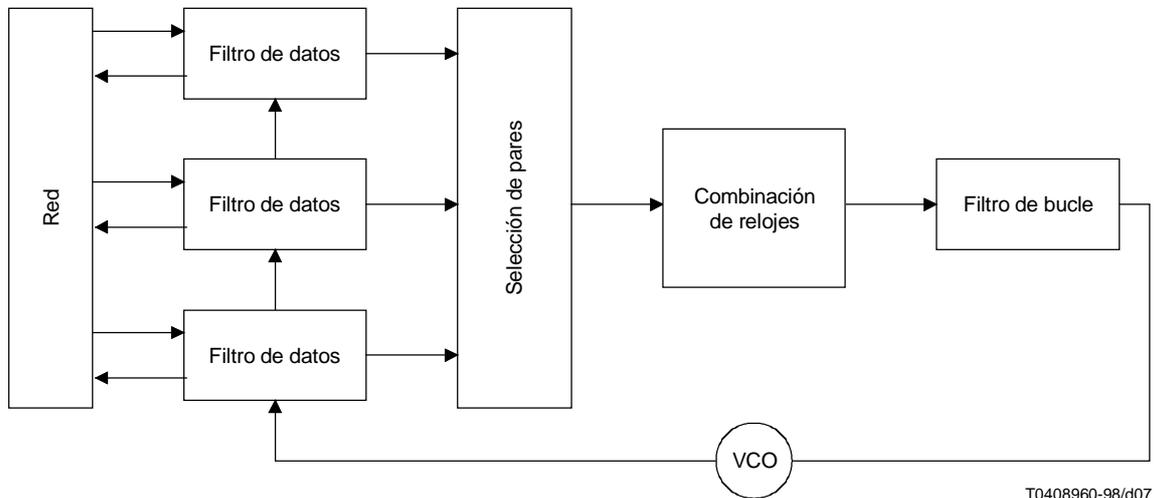
Esto significa que la desviación verdadera de reloj debe caer en el intervalo de tamaño igual al retardo medido y estar centrada alrededor de la desviación medida.



**Figura H.2 – Intercambio de información horaria**

### H.1.3 Modelo de NTP

La figura H.3 es el modelo de protocolo de señales horarias de red. Este modelo utiliza un modelo de bucle de enganche de fase para proporcionar un servicio horario robusto y estable. Los componentes básicos del modelo se discuten en las subcláusulas siguientes.



**Figura H.3 – Modelo de protocolo de señales horarias de red**

### H.1.4 Algoritmo para filtrado de datos

Para cada asociación par mantenida por un cliente, existe un conjunto de muestras de desviaciones y retardos más recientes. El algoritmo para el filtrado de datos de NTP estima el retardo actual y la desviación entre el cliente y los servidores que intervienen en la asociación de pares mediante la muestra con el valor de retardo más bajo. Para determinarla, las muestras más recientes se ordenan conforme a valores de retardo crecientes. Se selecciona la muestra con el valor de retardo más bajo como estimación de la desviación y el retardo reales.

Además de esta estimación de la desviación y el retardo reales entre un cliente y un servidor particulares, se calcula una dispersión de filtro. Esta dispersión de filtro se interpreta como un indicador de calidad de esa asociación de pares.

### H.1.5 Algoritmos de selección de pares y combinación

Aplicando las estimaciones de retardo y desviación determinadas por el algoritmo de filtrado de datos para cada asociación de pares cliente-servidor, se ejecutan los algoritmos de selección de pares y combinación. Estos algoritmos determinan los pares que serán seleccionados como fuente de sincronización. Además, se determinan los ajustes que hay que efectuar al reloj local y las variables de protocolo conexas.

El algoritmo de selección de pares es una adaptación de un algoritmo de concordancia basado en principios estadísticos de máxima probabilidad. Este algoritmo también utiliza las dos observaciones siguientes. Primero, la mayor *fiabilidad* se asocia habitualmente con el estrato más bajo y la dispersión de sincronización. Además, la mayor exactitud se asocia habitualmente con el estrato más bajo y la distancia de sincronización. Gracias a esta información, este algoritmo reduce la lista de candidatos basada en constricciones de fiabilidad, y luego elige una fuente de sincronización basada en la exactitud. El algoritmo de selección de pares comprueba primero cada par candidato mediante la aplicación de técnicas de verificación de sanidad. A continuación, construye una lista de pares candidatos, ordenada primero por estrato y luego por dispersión de sincronización dentro del mismo nivel de estrato. Vuelve a analizar esta lista para conseguir un tamaño máximo predeterminado y un estrato máximo. Entonces, se vuelve a ordenar la lista de candidatos por estrato y por distancia de sincronización. El procedimiento termina cuando queda un solo candidato o cuando la dispersión máxima para selección de todos los candidatos restantes es inferior a la dispersión mínima de filtrado de cualquier candidato. Ahora que se ha elegido una fuente de sincronización, se conoce la desviación del cliente con respecto a la fuente. Entonces, se fija el estrato local en un orden de magnitud mayor que el estrato del par seleccionado. Además, se calculan la distancia de sincronización (la suma de los retardos totales de ida y vuelta hasta la raíz de la subred de sincronización) y la dispersión de sincronización (la suma de las dispersiones totales hasta la raíz de la subred de sincronización).

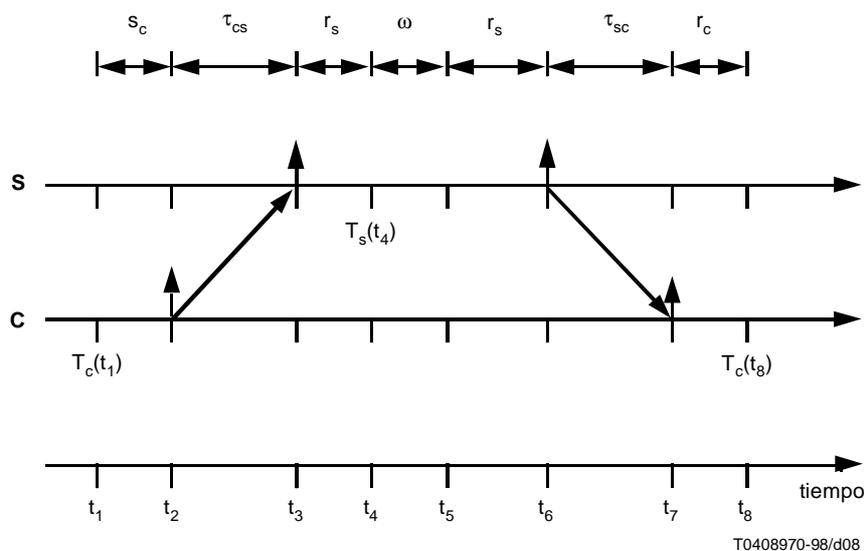
**H.1.6 Modelo de reloj local**

El NTP realiza la adecuación de reloj mediante a un modelo de reloj local que proporciona correcciones de frecuencia y de desviación de fase.

**H.2 Servicio horario distribuido**

**H.2.1 Cómo obtener un valor horario**

En esta subcláusula se describe cómo un servidor o empleado del servicio horario digital distribuido (DTS) obtiene el tiempo de algún servidor DTS mediante una llamada a procedimiento distante. La figura H.4 es un diagrama espacio temporal de los mensajes que implementan la llamada a procedimiento distante del empleado o servidor hacia el servidor.



**Figura H.4 – Componentes del retraso**

Los tiempos  $t_k$ , donde  $k = 1, 2, \dots, 8$ , corresponden a valores de UTC que nunca se conocen. Una doble flecha indica la transmisión de mensaje, y una simple, la recepción de mensaje.

El procedimiento comienza cuando el cliente hace una lectura de su reloj en preparación al envío de una petición. El valor de UTC en este instante es  $t_1$ , y la lectura del reloj,  $T_C(t_1)$ . Inmediatamente después, el empleado o servidor que actúa de cliente envía su petición. En la mayoría de los sistemas, la petición entraña cierto retardo de transmisión  $S_C$ , puesto que el sistema operativo tiene que transferirla al adaptador de red, y éste, ponerla en cola para la transmisión. Aunque una parte de  $S_C$  es determinística (al transferir la petición desde el cliente hasta la red se ejecutará un mínimo de instrucciones), el resto es aleatorio y depende de las actividades de la red y del otro sistema en ese momento. En la figura H.4, la petición se transmite en el instante  $t_2$ , y se recibe en el servidor del sistema abierto en el instante  $t_3$ , después de un retardo de propagación aleatorio denotado por  $\tau_{CS}$ .

La primera acción que realiza el servidor al llegar la petición es anotar la hora. Como sucede con el envío, se produce un retardo de recepción  $r_S$ . Por consiguiente, el servidor anota la hora de llegada de la petición en el instante  $t_4$ , que el reloj del servidor mide como  $T_S(t_4)$ . A continuación, el servidor procesa la petición y envía un datagrama de respuesta en el instante  $t_5$ . El cliente recibe esta respuesta en el tiempo  $t_8$  y efectúa una indicación de tiempo. En la respuesta se producen retardos semejantes a los de la petición:  $S_C$ ,  $\tau_{CS}$  y  $r_C$ . No se supone que los retardos de los mensajes de petición y de respuesta son iguales. O sea que, en general,  $S_S \neq S_C$ ,  $\tau_{SC} \neq \tau_{CS}$  y  $r_C \neq r_S$ .

El retardo de procesamiento en el servidor se tiene explícitamente en cuenta en la figura H.4. Si bien cabe esperar que el retardo sea pequeño, puede que no sea así. Por ejemplo, en un servidor muy cargado, la petición de hora puede quedar en cola para el tratamiento en vez de ser procesada de inmediato. En un sistema seguro, el servidor firmará el mensaje de respuesta, tarea que insume bastante tiempo.

El retardo de procesamiento se devuelve en el mensaje de respuesta, junto con el valor del reloj del servidor en  $t_4$ ,  $T_S(t_4)$ , y la *inexactitud* del reloj en ese instante,  $I_S(t_4)$ . Esto hace que no sea necesario que los servidores respondan a las peticiones con un alto grado de puntualidad. En vez, el cliente puede compensar los retardos de procesamiento y planificación en el servidor como se muestra a continuación.

El valor de reloj del servidor en  $t_4$  no es útil para el cliente, puesto que éste no conoce el valor de su propio reloj en ese instante. Por lo tanto, el cliente debe calcular el valor de reloj de servidor en un instante para el que conoce el valor de su propio reloj. Sea ese instante,  $t_1$  (también se podía haber elegido  $t_8$  o cualquier otro instante). El resultado de este cálculo es efectivamente la lectura del reloj del servidor en el instante en que el reloj del cliente indica  $T_C(t_1)$ .

Suponiendo que el servidor no tiene fallos, el cliente sabe que:

$$T_S(t_4) - I_S(t_4) \leq t_4 \leq T_S(t_4) + I_S(t_4)$$

Por consiguiente,  $t_4$  está en la gama:

$$T_S(t_4) - I_S(t_4) - x \leq t_1 \leq T_S(t_4) + I_S(t_4) - x \quad (\text{H-1})$$

donde, por la figura H.4,  $x = S_C + \tau_{CS} + r_S$ . A pesar de que  $x$  es desconocido, está dentro de la gama  $0 \leq x \leq t_8 - t_1 - w$ . Ahora,  $t_8 - t_1$  viene dado por<sup>9)</sup>:

$$t_8 - t_1 \leq (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) \quad (\text{H-2})$$

La resolución del reloj  $\rho$ , en la fórmula anterior, da cuenta de la naturaleza discreta del reloj del cliente y el factor  $(1 + \delta_C)$  tiene en cuenta su deriva durante el periodo  $[t_1, t_8]$ . Por consiguiente:

$$0 \leq x \leq (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) - w \quad (\text{H-3})$$

Combinando las desigualdades de (H-1) y (H-3), el cliente o servidor que actúa como cliente comprueba que, cuando su reloj marca  $T_C(t_1)$ , el servidor creía que UTC estaba en la gama:

$$T_Z(t_4) - I_Z(t_4) - (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) + w \leq t_1 \leq T_Z(t_4) + I_S(t_4) \quad (\text{H-4})$$

Esta estimación del reloj del servidor en el instante  $t_1$  se puede representar como un tiempo con inexactitud por<sup>10)</sup>:

$$\begin{aligned} T_S^{(C)}(t_1) &= T_S(t_4) - ((T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C)) / 2 + w / 2 \\ I_S^{(C)}(t_1) &= I_S(t_4) + ((T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C)) / 2 - w / 2 \end{aligned} \quad (\text{H-5})$$

Una implementación avanzada de un servidor incluirá todos los componentes conocidos del retardo en  $w$ , para reducir la inexactitud estimada en  $I_S^{(C)}(t_1)$ . Por ejemplo, podrá incluir cualquier componente conocido de  $S_S$  y  $r_S$ ; pero cualquier componente de  $r_S$  incluido en  $w$  exige que  $T_S(t_4)$  se reduzca por un valor igual.

Igualmente, un servidor o empleado avanzado que actúe de cliente podría reducir  $I_S^{(C)}(t_1)$  compensando los componentes conocidos de  $S_C$ ,  $r_C$ ,  $\tau_{SC}$ , o  $\tau_{CS}$ . Para evitar la doble compensación, se prohíbe a los servidores que compensen los componentes conocidos de  $\tau_{SC}$  o  $\tau_{CS}$ .

<sup>9)</sup> Esta desigualdad se complica aún más si se tiene en cuenta que entre  $t_8$  y  $t_1$  se puede producir un segundo intercalar. En este trabajo no se analizan las modificaciones que entraña esta situación, pero la arquitectura completa incorpora esa modificación.

<sup>10)</sup> Se utiliza la notación  $T_i^{(J)}(t)$  e  $I_i^{(J)}(t)$  para indicar que la hora y el error máximo es una estimación de reloj  $i$  por el cliente  $J$  obtenida como se describe en esta subcláusula.

## H.2.2 Cómo calcular el tiempo correcto

En esta subcláusula se describe cómo un servidor o empleado que actúa como cliente calcula el tiempo correcto a partir de los valores horarios obtenidos de diversos servidores o del proveedor de tiempo aunque algunos servidores presenten fallos. La descripción se presenta como si los valores horarios se hubieran obtenido de otros servidores. Ahora bien, el procedimiento es el mismo cuando los valores horarios se obtienen de la interfaz proveedor de tiempo.

Considérese un servidor o empleado que actúa como cliente, que ha obtenido los valores horarios  $M$ . Para cada servidor  $S_j$  con  $j = 1, 2 \dots M$ , el servidor o empleado que actúa como cliente ha calculado  $T_j^{(C)}(t_j)$  e  $I_j^{(C)}(t_j)$  donde  $t_j$  corresponde al instante  $t_1$  de la figura H.4, pero para la petición enviada a  $S_j$ .

Sólo se puede calcular el tiempo correcto si todos los valores horarios pertenecen al mismo instante. Por lo tanto, la primera tarea consiste en transformar esos valores de forma que correspondan a un instante de sincronización, denotado por  $t_S$ . Cualquier elección de  $t_S$  es adecuada, y el único requisito es que se conozca el valor del servidor o empleado que actúa como reloj de cliente  $T_C(t_S)$ . La menor inexactitud se consigue cuando  $t_S$  está cerca del tiempo actual. Todos los cálculos que el servidor o empleado que actúa como cliente realiza los hace en términos de  $T_C(t_S)$ , puesto que  $t_S$  propiamente dicho nunca se conoce. La transformación del valor horario  $S_j$  a  $t_S$  se consigue mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} T_j^{(C)}(t_S) &= T_j^{(C)}(t_j) + T_C(t_S) - T_C(t_j) \\ I_j^{(C)}(t_S) &= I_j^{(C)}(t_j) + (T_C(t_S) - T_C(t_j))\delta_C \end{aligned} \quad (\text{H-6})$$

Nótese que la inexactitud de cada valor horario aumenta para compensar la deriva máxima posible del reloj del empleado durante el periodo  $[t_j, t_S]$ .

A continuación se describe la base del cálculo. Supóngase por el momento que todos los servidores están correctos. Por consiguiente, todos los intervalos horarios  $M$  contienen UTC. El tiempo correcto más pequeño que el servidor o empleado que actúa como cliente puede calcular es, simplemente, la intersección de esos intervalos horarios  $M$ . En la figura H.5 se ofrece un ejemplo. Se señala que esta intersección es el intervalo más pequeño que contiene UTC que el servidor o empleado que actúa como cliente puede calcular a partir de la información dada (valores horarios  $M$ ).

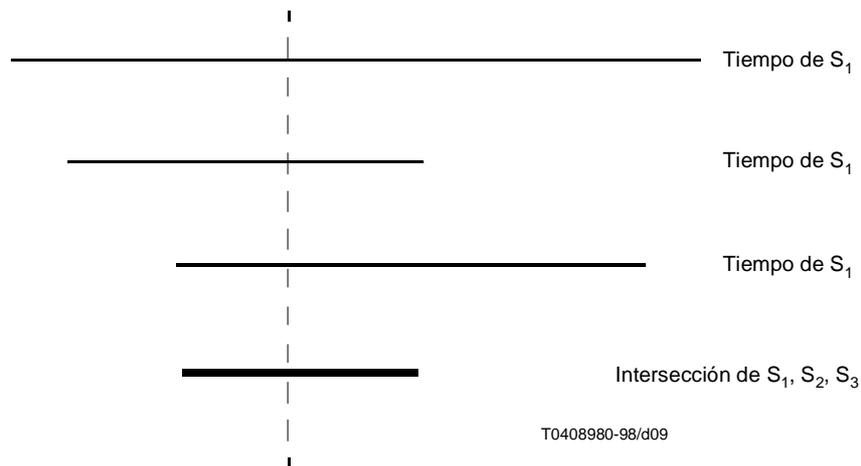


Figura H.5 – Cómo calcular el mejor tiempo correcto

Pero, ¿qué sucederá si algunos servidores presentan fallos? Quizá no se produzca la intersección o, aún peor, la intersección no contenga UTC. El algoritmo real permite pensar en una intersección simple que tiene en cuenta la posibilidad de servidores con fallo. Se aplica el siguiente razonamiento.

El tiempo correcto más pequeño que el servidor o empleado que actúa como cliente puede calcular es la intersección de todos los intervalos horarios correctos; cualquier punto de la línea real contenida en todos los valores horarios correctos podría ser el valor verdadero de UTC en el instante en que el reloj del empleado marca  $T_C(t_S)$ . Ahora bien, el servidor o empleado que actúa como cliente no sabe cuáles servidores son correctos y cuáles tienen fallos (si los hay).

Supóngase que la mayoría de los servidores  $f$  tienen fallos. En este caso, cualquier punto de la línea real contenida en al menos  $M - f$  de los intervalos horarios podría ser un punto de todos los intervalos correctos y, por consiguiente, podría ser UTC. Como se muestra en el ejemplo de la figura H.5, si bien éste es el conjunto más pequeño de puntos que se garantiza que contienen UTC, no constituye necesariamente un intervalo único. Más bien, en vez de considerar que el tiempo consiste en intervalos múltiples, el servidor o empleado que actúa como cliente considera que el tiempo correcto es el intervalo único más pequeño que contiene todos los puntos de al menos  $M - f$  de intervalos.

A primera vista, se podría pensar que el cálculo del tiempo correcto más pequeño es muy complejo, pero con el algoritmo y la estructura de datos adecuados resulta sencillo y rápido. A continuación se describe el cálculo algorítmicamente:

- 1) Se disponen los puntos extremos de los valores horarios  $M$  en una lista. La lista tiene una longitud  $2M$ , puesto que cada valor horario contribuye dos elementos:  $T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S)$  y  $T_j^{(C)}(t_S) + I_j^{(C)}(t_S)$ .
- 2) Se marca cada punto extremo para indicar si se trata de un mínimo o un máximo.
- 3) Se ordena la lista según los valores de los puntos extremos en orden ascendente. En el caso en que dos o más puntos extremos tengan el mismo valor, los que tengan límites más bajos deben preceder a los de límites más altos en la lista, es decir que, si:

$$T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S) = T_k^{(C)}(t_S) + I_k^{(C)}(t_S)$$

entonces  $T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S)$  debe preceder a  $T_k^{(C)}(t_S) + I_k^{(C)}(t_S)$  en la lista.

- 4) Se fija el valor inicial de  $f$ .
- 5) Se lee la lista en orden ascendente para encontrar el primer punto extremo que esté contenido en al menos  $M - f$  intervalos. Este punto corresponde al valor mínimo del intervalo horario correcto.
- 6) Si no se encuentra ese punto, entonces hay más de  $f$  servidores con fallos. Se aumenta  $f$  en uno y se vuelve al paso 5). Si se encuentra un valor mínimo, entonces se prosigue con el valor actual de  $f$ .
- 7) Se lee la lista en orden descendente para encontrar el primer punto extremo que está contenido en al menos  $M - f$  intervalos. Este punto corresponde al valor máximo del intervalo horario correcto.

El cálculo de los puntos extremos mínimo y máximo del intervalo horario correcto más pequeño es equivalente al cálculo de un tiempo y una exactitud inexactitud. Se denota este tiempo e inexactitud mediante  $CT_C(t_S)$  y  $CI_C(t_S)$ , respectivamente.

### H.2.3 Cómo ajustar el reloj

Una vez que el servidor o empleado que actúa como cliente o el servidor ha calculado el tiempo correcto  $CT_C(t_S)$  y la inexactitud  $CI_C(t_S)$ , ajusta su reloj según el tiempo calculado. En esta subcláusula se describe la manera de realizar ese ajuste de forma que el reloj nunca adelante o atrase.

Recuérdese que, en el punto de sincronización  $t_S$ , el servidor o empleado que actúa como reloj de cliente marca  $T_C(t_S)$ . Por consiguiente, el servidor o empleado que actúa como cliente debe ajustar el reloj en  $CT_C(t_S) - T_C(t_S)$ .

Puesto que el tiempo siempre marcha hacia adelante, el reloj también debe marchar hacia adelante, o sea, aumentar monótonicamente. El servidor o empleado que actúa como cliente no atrasará su reloj para ajustar un reloj que adelanta. Cuando el reloj atrasa, es conveniente, aunque no estrictamente necesario, que el servidor o empleado que actúa como cliente ajuste el reloj gradualmente, de forma que los usuarios no experimenten un salto brusco en el tiempo hacia adelante. Para satisfacer estos requisitos, el servidor o empleado que actúa como cliente ajustará un reloj que adelanta atrasándolo, de forma que el UTC lo alcance, y ajustará un reloj que atrasa adelantándolo, de forma que alcance al UTC.

El procedimiento por el que se realizan los ajustes monotónicos graduales depende de los dispositivos y programas informáticos que constituyen el reloj. Se describe este procedimiento para una realización particular de reloj, común a muchos sistemas informáticos. Otras realizaciones de reloj pueden utilizar procedimientos diferentes, siempre y cuando garanticen que un reloj sin fallos siempre contiene UTC en su intervalo.

Un reloj consiste en una memoria que contiene su medición actual de UTC, y un dispositivo temporizador que interrumpe periódicamente el procesador. Habitualmente, la rutina que se aplica a estas interrupciones aumentan la memoria del reloj en un valor conforme a la resolución  $\rho$ , lo que hace que el contenido de la memoria aumente a un ritmo (aproximadamente) igual al de UTC.

Para ajustar el reloj, el servidor o empleado que actúa como cliente cambia el valor por el que aumenta el reloj en cada tictac, y lo aumenta si  $CT_C(t_S) \geq T_C(t_S)$ ; de lo contrario, lo disminuye. El valor por el que se ajusta el incremento nominal de tictac  $\rho$  se denomina  $\varepsilon$ . Supóngase que el servidor o empleado que actúa como cliente aumenta el incremento de tictac a  $\rho + \varepsilon$  para un cierto número de tictacs, por ejemplo,  $n$ . Si  $\varepsilon$  es positivo, el reloj adelanta  $n\varepsilon$  segundos, mientras que si es negativo, el reloj pierde esa cantidad. De forma que para ganar  $CT_C(t_S) - T_C(t_S)$ , el servidor o empleado que actúa como cliente modifica el incremento de tictac por  $\varepsilon$  para:

$$N = (CT_C(t_S) - T_C(t_S)) / \varepsilon \quad (\text{H-7})$$

tictacs. (Si  $CT_C(t_S) - T_C(t_S) < 0$ , entonces  $\varepsilon$  es negativo, y el reloj pierde en vez de ganar.)

El valor de  $\varepsilon$  es una constante de implementación. Ahora bien, la especificación impone dos restricciones: para garantizar que el reloj es monótonico,  $\varepsilon$  debe ser mayor o igual que  $-\rho$ ; y, puesto que el ajuste compensa la deriva, la tasa de ajuste debe ser mayor que la deriva, o  $|\varepsilon| > \rho\delta$ . Si, además,  $|\varepsilon|$  es pequeña en comparación con  $\rho$ , los usuarios casi no percibirán el ajuste, si es que lo perciben.

#### H.2.4 Cómo determinar el error máximo

Esta realización de reloj no mide automáticamente la inexactitud como sucede con el tiempo. En vez, el servidor o empleado calcula la inexactitud cada vez que se lee el reloj. En esta subcláusula se presentan las fórmulas para efectuar el cálculo.

La inexactitud de un reloj consiste en cuatro componentes:

Inexactitud de base	Inexactitud en el punto de sincronización $t_S$ , que viene dada por $I_C(t_S) = CI_C(t_S) +  CT_C(t_S) - T_C(t_S) $ .
Incremento de deriva	Es el incremento máximo de la inexactitud de base debido a la deriva. En el tiempo $t$ , el incremento de deriva es $(T_C(t) - T_C(t_S)) \delta_C$ .
Decremento de ajuste	Valor por el que se reduce la inexactitud mediante el ajuste de reloj. Para cada tictac por el que se ajusta el reloj según $\varepsilon$ , la inexactitud disminuye en $ \varepsilon $ . Suponiendo que el ajuste comienza en el punto de sincronización $t_S$ , el decremento de ajuste es $ ((T_C(t) - T_C(t_S)) \varepsilon) / (\rho + \varepsilon) $ , pero no superior al total de $ N\varepsilon $ .
Resolución de reloj	La resolución $\rho$ se incluye en la inexactitud para reflejar la magnitud de la diferencia entre el UTC y el reloj para dos tictacs consecutivos. Se escala para tener en cuenta la deriva.

La combinación de estos cuatro componentes proporciona la fórmula para calcular la inexactitud en cualquier momento después de  $t_S$  como:

$$I_C(t) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t) - T_C(t_S)) \delta_C - \min \{(T_C(t) - T_C(t_S)) / (\rho + \varepsilon), N\} |\varepsilon| + (1 + \delta_C)\rho \quad (\text{H-8})$$

donde  $N$  viene dada por la ecuación H-7. Obsérvese que las implementaciones pueden reducir la contribución de la resolución a  $0,5(1 + \delta_C)\rho$  si la hora que marca el reloj se aumenta en  $0,5(1 + \delta_C)\rho$  con respecto a su valor real.

Se señala que quizás no sea posible planificar el comienzo del ajuste en precisamente  $t$ , como lo exige la fórmula de decremento de ajuste presentada. En este caso, la fórmula para calcular la inexactitud debe tener en cuenta el número de tictacs entre el instante de sincronización y el instante en el que comienza realmente el ajuste. A continuación se indica la manera de hacerlo.

Llámesese  $t_b$  el instante en el que comienza el ajuste tiempo de base. El reloj marca  $T(t_b)$  en este instante. La inexactitud en  $t_b$ , denominada inexactitud de base, es la inexactitud en  $t$ , incrementada para tener en cuenta la deriva durante el lapso  $t$  a  $t_b$ . Por lo tanto,

$$I_C(t_b) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t_b) - T_C(t_S)) \delta_C$$

(En esta ecuación se ignoran los términos de orden superior.) Puesto que la inexactitud de base incluye ahora la deriva de  $t_S$  a  $t_b$ , el incremento de deriva sólo incluirá la deriva en adelante. Por consiguiente, en el momento  $t$ , viene dada por  $(T_C(t) - T_C(t_b)) \delta_C$ .

El decremento de ajuste se calcula midiendo el número de tictacs transcurrido desde que comenzó el ajuste, siempre y cuando éste haya comenzado en  $t_b$ . Por lo tanto, viene dado por  $|((T_C(t) - T_C(t_b)) \epsilon) / (\rho + \epsilon)|$ , que tampoco debe ser superior al total de  $|N\epsilon|$ . Entonces, la ecuación H.8 se puede expresar en términos más generales por:

$$I_C(t) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t_b) - T_C(t_S)) \delta_C + (T_C(t) - T_C(t_b)) \delta_C - \text{mín} \{(T_C(t) - T_C(t_b)) / (\rho + \epsilon), N\} |\epsilon| + (1 + \delta_C)\rho$$

### H.2.5 Fallos locales

A pesar de la sincronización periódica, un error (temporal o permanente) de un sistema puede hacer que el reloj de ese sistema tenga fallos. Se puede detectar un reloj con fallos en la sincronización mediante la comparación del intervalo de reloj con respecto al intervalo calculado. Si no interceptan, el reloj local tiene fallos.

El mecanismo habitual para ajustar el reloj y calcular la inexactitud corregirá un reloj con fallos. Ahora bien, cuando la magnitud de error con fallos es grande (por ejemplo, varios días), quizás sea más conveniente poner el reloj en la hora calculada en vez de ajustarlo gradualmente para corregir el error.

Para facilitar esta tarea, hay un atributo de gestión que controla si un reloj con fallos se fija a la hora correcta o se ajusta monotónicamente. Este parámetro se denomina *tolerancia de error* (*errorTolerance*). El reloj con fallo se pone en hora en vez de realizar un ajuste monotónico cuando la separación entre su intervalo y el intervalo calculado es mayor que *tolerancia de error*. Esto se expresa cuantitativamente mediante:

$$|CT_C(t_S) - T_C(t_S)| - (CI_C(t_S) - I_C(t_S)) \geq \textit{tolerancia de error}$$

Al especificar la tolerancia de error de un reloj con fallo de esta manera, resulta fácil tener en cuenta las condiciones de contorno, es decir, no reiniciar jamás un error con fallos (*errorTolerance* =  $\infty$ ) o reiniciar inmediatamente un reloj con fallo (*errorTolerance* = 0).

### H.2.6 Configuración

El número de servidores a los que un empleado pide la hora durante cada sincronización viene determinado por un atributo de gestión denominado mínimo de servidores (*minServers*). El servicio horario estará configurado de forma que existan suficientes servidores para satisfacer las necesidades de cada empleado. Además, es conveniente que los servidores estén ubicados cerca de los empleados a los que le proporcionan la hora. Esto minimiza el retardo de comunicación que contribuye a la inexactitud.

Si bien las células pequeñas que pueden cumplir estos criterios con un único conjunto de servidores que atienden a todos los empleados, las células grandes deberán estar configuradas con muchos más servidores que los necesarios para cualquier empleado. Por consiguiente, la arquitectura agrupa a los servidores en conjuntos, cada uno de los cuales atiende a un subconjunto de empleados.

Para simplificar esta separación que hace la gestión, se echa mano de la hipótesis de que la mayoría de los sistemas están conectados a redes LAN. Cada LAN contiene un conjunto de servidores (quizá vacíos), denominado conjunto local. Por lo general, en un conjunto local hay suficientes servidores como para satisfacer las necesidades de todos los empleados en la LAN de ese conjunto. De ser así, los empleados obtienen la hora de los servidores en sus conjuntos locales respectivos. Los empleados encuentran estos servidores gracias a los perfiles de servicio RPC en los que se emplea el algoritmo descrito en C.3.2. Este algoritmo permite la autoconfiguración de los conjuntos locales del servicio horario.

Si bien este mecanismo es adecuado para configurar los conjuntos locales, plantea dos problemas:

- 1) Si ninguno de los servidores de un conjunto local tiene un proveedor de tiempo, el operador deberá reiniciar periódicamente la hora en los servidores  $f$  de este conjunto.
- 2) Los empleados cuyos conjuntos locales contienen servidores insuficientes no tienen un mecanismo para encontrar los servidores adicionales.

Para solventar estos problemas, se proporciona un conjunto adicional de servidores que está disponible en toda la célula. A este conjunto se lo denomina conjunto global, y a los servidores de este conjunto, servidores globales. Un servidor global es, habitualmente, un miembro de algún conjunto local, pero esto no es un requisito.

Un empleado accede a los servidores globales sólo cuando en su conjunto local hay menos servidores que el número que necesita para la sincronización. Un servidor accede a los servidores globales si no tiene un proveedor de tiempo y no se cumple una de las dos condiciones siguientes:

- 1) En el conjunto local hay menos servidores que el número que necesita para la sincronización.
- 2) El servidor es un correo.

Los correos son servidores que importan tiempo del conjunto global al conjunto local. Esto resulta útil cuando ninguno de los servidores del conjunto local tiene proveedor de tiempo, pero algunos servidores del conjunto global sí lo tienen. El mecanismo por el que un servidor se convierte en correo se describe en C.3.4.

Nótese que los servidores globales no se sincronizan entre sí explícitamente. Un servidor global se sincroniza con otro servidor global sólo si los dos pertenecen a conjuntos locales diferentes, y el primero no tiene un proveedor de tiempo.

### H.2.7 Correos

Es probable que algunos conjuntos locales estén configurados sin servidores que tengan proveedor de tiempo. Con esta configuración, el operador debe imitar periódicamente a un proveedor de tiempo para impedir que las inexactitudes de ese conjunto local se vuelvan demasiado grandes.

Ahora bien, puede haber algunos servidores globales en la célula que están muy próximos a los proveedores de tiempo de los que los servidores de un conjunto local podrían obtener la hora exacta. La arquitectura proporciona un mecanismo para ello con un diseño que limita la carga imputada a los servidores globales y resulta fácil de gestionar si se reduce la tolerancia a fallos. Con este mecanismo, sólo los servidores designados como correo, en vez de todos los servidores sin proveedor de tiempo, sincronizan con servidores globales designados como correos.

Un servidor se convierte en correo mediante una combinación de un mecanismo de elección y un atributo denominado rol de correo (courierRole) que toma uno de los tres valores siguientes: correo, no correo o correo de reserva. Un servidor con el atributo rol de correo fijado a no correo, no se convierte nunca en correo; uno con el atributo fijado a correo es siempre un correo; un servidor con el rol de correo fijado a correo de reserva no es, en general, un correo, pero puede convertirse en uno si:

- 1) En el conjunto local no hay servidores con el atributo rol de correo fijado a correo.
- 2) Es el servidor cuya UUID (la UUID asociada con la seguridad de servidor) precede a todos los demás que tienen el atributo rol de correo fijado a correo de reserva.

Los servidores intercambian sus valores de rol de correo en la petición de hora RPC. Los servidores que tienen rol de correo fijado a correo de reserva deben volver a determinar si son o no correo cada vez que añaden o suprimen una entrada de sus listas de servidores locales.

### H.2.8 Cómo determinar la sincronización próxima

Un empleado determina cuándo debe efectuar la sincronización de su reloj estableciendo límites a su inexactitud. El límite de inexactitud deseado se especifica mediante el atributo de gestión inexactitud máxima (maxInacc).

A partir del tiempo y la inexactitud calculados  $CT_C(t_S)$  y  $CI_C(t_S)$ , el empleado puede calcular el momento en que su inexactitud alcanzará el valor de maxInacc. Éste viene dado por:

$$T = CT_C(t_S) + (\text{maxInacc} - CI_C(t_S)) / \delta_C$$

Para mantener  $I_C(t) < \text{maxInacc}$ , el empleado debe sincronizar antes que su reloj lea esta hora.

Nótese que el servicio horario no garantiza ningún límite para  $CI_C(t_S)$ . Por consiguiente, es posible que maxInacc  $CI_C(t_S)$  sea pequeño e incluso negativo. Para impedir que un empleado sincronice continuamente, se requiere que el tiempo entre sincronizaciones sea mayor que un valor mínimo, que se especifica mediante el atributo de gestión mantener sincronización (syncHold).

Por desgracia, es probable que existan situaciones en las que, aplicando el procedimiento descrito en el párrafo anterior, todos los empleados elijan el mismo instante para sincronizarse, lo que causará cargas con carácter de ráfaga en la red y los servidores. Para evitarlas, se introduce un cierto grado de aleatoriedad en los momentos en los que se sincronizan los empleados.

En los siguientes pasos se describe la manera de planificar la sincronización próxima sobre la base del tiempo calculado y de los parámetros maxInacc y syncHold:

- 1) Calcular el tiempo que tarda la inexactitud para alcanzar maxInacc. Esto viene dado por:

$$D = (\text{maxInacc} - CI_C(t_S)) / \delta_C$$

- 2) Si  $D < \text{syncHold}$ , ir al paso 4). De lo contrario, ir al paso próximo.

- 3) Elegir un número aleatorio,  $R$ , distribuido uniformemente a lo largo de  $[D/2, D]$ . Ir al paso 5).
- 4) Elegir un número aleatorio,  $R$ , distribuido uniformemente por  $[(3syncHold)/4, (5syncHold)/4]$ .
- 5) Planificar la sincronización próxima de forma que se pueda completar antes de que el reloj marque  $CT_C(t_S) + R$ .

### H.2.9 Cómo mantener las listas de servidores

Para conocer los nuevos servidores locales, los empleados deben realizar periódicamente una importación RPC del conjunto local. Para conocer los nuevos servidores globales, los empleados que utilizan servidores globales deben realizar periódicamente importaciones RPC del conjunto global.

El mecanismo por el cual un empleado se ve forzado a realizar estas importaciones consiste en limpiar periódicamente todas sus listas de servidores globales y locales. Como se observa en el procedimiento de sincronización de C.4.2, esto hace que el empleado importe el conjunto local y, en caso necesario, el conjunto global en la sincronización siguiente.

La limpieza se efectúa regularmente. El lapso entre limpiezas lo especifica el atributo de gestión refresco de caché (cacheRefresh).

Si el servidor ha sincronizado con el proveedor de tiempo, planifica la sincronización próxima para el momento especificado por el proveedor de tiempo. (El campo interrogación secuencial próxima (nextPoll) del mensaje control de proveedor de tiempo (TPctlMsg) devuelto por una llamada a la función contacto-proveedor (ContactProvider) de la interfaz proveedor de tiempo.)

Si el servidor ha sincronizado con otros servidores, o si ha abortado la sincronización porque no había servidores suficientes, determina la sincronización próxima del mismo modo en que lo hacen los empleados como se describe en C.4.3.

### H.2.10 Comprobación de los servidores con fallos

Para detectar los servidores con fallos e informar al respecto de forma oportuna, los servidores deben obtener periódicamente la hora de todos los demás servidores del conjunto local y comprobar que sus intervalos intersectan.

El procedimiento es el utilizado para la sincronización con otros servidores, descrito en C.5.3.2, con los siguientes cambios:

- No se interrogan los servidores globales.
- El procedimiento no se aborta a menos que se interroge  $minServers - 1$ .
- No se efectúa el ajuste (o puesta en hora) del reloj.
- No se efectúa el paso para planificar la sincronización próxima.

La comprobación de servidores con fallos la inicia un temporizador periódico, cuyo periodo medio lo especifica el atributo de gestión comprobación de intervalo (checkInt). Después de la inicialización y de terminar el procedimiento de comprobación, se fija el temporizador mediante un número aleatorio en la gama  $[(3checkInt)/4, (5checkInt)/4]$ .

NOTA – Puesto que la comprobación también se efectúa cuando un servidor sincroniza con otros servidores, se rearranca el temporizador (con un valor que es un número aleatorio en la gama  $[(3checkInt)/4, (5checkInt)/4]$ ).

## H.3 Sincronización probabilística de reloj

La sincronización probabilística de reloj (PCS) utilizada para la sincronización horaria entre dos procesos consiste en:

- una hipótesis sobre el algoritmo PCS;
- una técnica sobre la manera de leer un reloj distante con una exactitud especificada;
- un método para mantener los relojes sincronizados;
- un método para ajustar un reloj de programa informático.

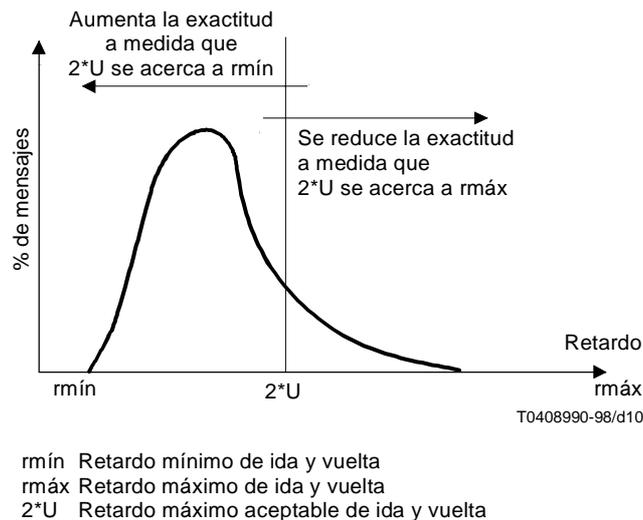
La PCS no aborda:

- un modelo de sincronización;
- la consecución de tolerancia a fallos;
- la petición de indicaciones de tiempo;
- una interfaz de servicio.

Todas las ecuaciones citadas en este trabajo aparecen en [2] y [3].

### H.3.1 Hipótesis

En los sistemas distribuidos, los procesos que intervienen en el procesamiento de la comunicación se ven afectados por un retardo en tiempo real aleatorio e imprevisible. Esto hace que la sincronización resulte difícil. A partir del estudio de los retardos de mensaje en el procesamiento de la comunicación en los sistemas distribuidos [2], la distribución del retardo de mensaje tiene una forma parecida a la que se ilustra en la figura H.6. La distribución tiene una densidad máxima en un punto entre el retardo mínimo ( $rmín$ ) y el retardo medio, generalmente parecido a  $rmín$ , con una cola larga y poco espesa hacia la derecha. Se puede calcular el valor  $rmín$  mediante el cálculo del tiempo que se necesita para preparar, transmitir y recibir un mensaje vacío en ausencia de errores de transmisión y carga de sistema. Este valor  $rmín$  contribuye al algoritmo de sincronización probabilística de reloj (PCS).



**Figura H.6 – Retardo de mensaje**

El algoritmo de sincronización se basa en las siguientes hipótesis:

- los relojes tienen una resolución mucho más fina que la de los intervalos horarios;
- $mín$  es la mitad del retardo mínimo de ida y vuelta del mensaje,  $rmín$ ;
- $\rho$  es la tasa máxima de deriva;
- un reloj local implementado por software es ajustable.

Para referenciar un tiempo de un proceso se utiliza una notación de  $CT_x$ , donde  $CT$  es el valor horario del reloj en el proceso  $x$ . Para la estimación del tiempo de otro proceso, se utiliza  $CT_x(y)$  para denotar el valor horario del proceso  $y$  estimado en el proceso  $x$ . Por ejemplo, un valor horario de un reloj en el proceso  $S$  se denota como  $CT_s$ , mientras que un valor horario del proceso  $S$  estimado por  $C$  es  $CT_c(s)$ .

### H.3.2 Cómo leer un reloj distante

Supónganse dos procesos,  $S$  y  $C$ ;  $C$  envía un mensaje de petición de hora a  $S$ . Cuando  $S$  recibe la petición, contesta con un mensaje de hora que lleva la indicación de tiempo correspondiente a la hora de su reloj. Si el proceso  $C$  no recibe ninguna respuesta dentro de un periodo de espera predefinido, la tentativa de lectura del reloj  $S$  falla. La hora de  $S$ , cuando  $C$  recibe el mensaje de respuesta del proceso  $S$ , se puede calibrar como:

$$CT_s + mín * (1 - \rho)$$

y

$$CT_s + 2 * D_c * (1 + 2 * \rho) - mín * (1 + \rho)$$

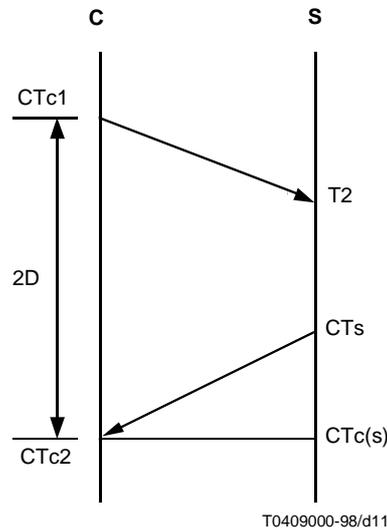
o se puede expresar con un intervalo de:

$$CTs + \text{mín} * (1 - \rho) \leq CTc(s) \leq CTs + 2 * Dc * (1 + 2 * \rho) - \text{mín} * (1 - \rho)$$

donde:

- CTs El valor de reloj en S
- Dc La mitad del retardo de ida y vuelta en C
- $\rho$  La tasa de deriva máxima del reloj en C
- mín La mitad del retardo mínimo de mensaje de ida y vuelta,  $m_{\text{mín}}$ , medido en C
- CTc(s) Estimación de C del valor de reloj de S en la misma instancia en C

La figura H.7 ilustra la lectura del trayecto de reloj.



T0409000-98/d11

- CTc1 C pide la hora a S
- T2 S recibe la petición
- CTs S responde con una indicación de tiempo
- CTc2 C recibe la respuesta
- CTc(s) Hora en S cuando C recibe la respuesta
- 2D Retardo de ida y vuelta medido en C

**Figura H.7 – Cómo leer un reloj distante**

Asimismo, se puede demostrar que el valor de reloj estimado en S por C @CTc(s) es:

$$@CTc(s) = CTs + Dc * (1 + 2 * \rho) - \text{mín} * \rho$$

y que el error máximo del valor estimado (o la inexactitud) es:

$$\varepsilon = Dc * (1 + 2 * \rho) - \text{mín}$$

En la práctica, se puede obtener el valor Dc haciendo que el proceso C anote el instante en el que envía el mensaje de petición y el instante en el que recibe el mensaje de respuesta. Por lo general, el fabricante del reloj proporciona la tasa de deriva máxima.

### H.3.3 Cómo leer un reloj distante con una precisión especificada

Para que un proceso C consiga una cierta exactitud (por ejemplo, el error máximo de lectura), digamos ' $\epsilon$ ', debe descartar todas las tentativas de lectura cuyo retardo de ida y vuelta real medido ' $2 * D_c$ ' sea mayor que el retardo de ida y vuelta máximo ' $2 * U_c$ '. Se puede calcular ' $U_c$ ' con la ecuación siguiente:

$$U_c = (1 - 2 * \rho) * (\epsilon + \text{mín})$$

Cuando el proceso C observa un trayecto de ida y vuelta exitoso, se dice que ha alcanzado la sintonía con el proceso S.

Para completar la medición de la precisión, hay que tener en cuenta el periodo de espera ' $W$ ', y el número máximo de tentativas ' $k$ '. El primero sirve para garantizar que ambos procesos siguen siendo correctos, y que cualquier ráfaga provisional de tráfico de red no afecta la comunicación. Es evidente que cuanto mejor sea la exactitud (o sea, cuanto más bajo sea el valor de ' $\epsilon$ '), tanto más cerca está el trayecto de ida y vuelta máximo aceptable ' $2 * U_c$ ' de alcanzar el valor ' $2 * \text{mín}$ '. Se puede conseguir una mayor probabilidad de alcanzar la sintonía entre procesos si se tratan de leer más mensajes. Por otra parte, si el retardo de trayecto de ida y vuelta máximo ' $2 * U_c$ ' se elige para que esté cerca del retardo de mensaje máximo, el algoritmo se convierte en determinístico. Esto también resulta en una exactitud inferior y en menos tentativas de envío de mensajes.

Por consiguiente, como ' $2 * U$ ' se elige de forma que esté cerca de ' $\text{mín}$ ', como se ilustra en la figura H.7, se puede conseguir una mayor precisión de la lectura del reloj, lo que también resultará en una mayor frecuencia de fracasos en la consecución de la sintonía. Esto se puede conseguir utilizando más tentativas ' $k$ ' para alcanzar la sintonía. En la medida en que  $U$  tienda a máximo, se tendrá menos exactitud y hará falta relativamente menos tentativas ' $k$ ' para conseguir la sintonía. El promedio de mensajes ' $n$ ' para conseguir la sintonía se puede mostrar como una función de la probabilidad de no conseguir la precisión ' $\rho$ ', o sea:

$$n = 2 / (1 - \rho)$$

### H.3.4 Cómo mantener los relojes sincronizados

Para mantener un reloj de C sincronizado con S, C trata periódicamente de conseguir la sintonía con S. Cada tentativa de sintonía consiste en una cantidad aplicable de tentativas ' $k$ ', donde las lecturas están separadas por unidades de reloj ' $W$ '. Intuitivamente,  $W > 2 * U$ . Cuando fallan las tentativas ' $k$ ', S y C no se pueden sincronizar con la exactitud especificada.

El retardo de tiempo real máximo ' $D_{NA}$ ', entre una sintonía y la próxima tentativa de sintonía se puede expresar como:

$$D_{NA} = ((1 - \rho) / \rho) * (sc - y) - k * W$$

donde ' $sc$ ' es la desviación entre S y C. También se muestra que ' $sc$ ' deberá ser:

$$sc \geq U_c - \text{mín} + \rho * k * (1 + \rho) * W$$

### H.3.5 Ajuste de reloj

Dado un reloj local en el proceso C con la velocidad de ajustable implementada por software, el valor del reloj en C se puede representar como la suma del reloj local hardware H en C y una función de ajuste calculada periódicamente, A; por consiguiente:

$$C(t) = H(t) + A(t)$$

y

$$A(t) = m * H(t) + N$$

Para evitar las discontinuidades de reloj local (o sea, los saltos), ' $A(t)$ ' debe ser una función continua de tiempo y, a efectos de simplicidad, A es una función de ajuste lineal. El valor de ' $m$ ' y de ' $N$ ' se puede obtener así:

$$m = (CT_c(s) - CT_c) / \alpha$$

y

$$N = CTc - (1 + m) * H$$

' $\alpha$ ' es un reloj con un error positivo, que se define como las unidades de tiempo tras las sintonía en las que un proceso C se sincroniza con S. Una vez que expira en C el periodo de ajuste para la corrección ' $\alpha$ ', la hora de reloj CTc se convierte en:

$$CTc(\text{en sintonía}) = CTc(s) + \alpha$$

Se puede hacer que el proceso C vuelva a trabajar a la velocidad del reloj local de hardware hasta la próxima sintonía si se fija:

$$m = 0$$

y

N = hora local de C al final del periodo de ajuste de hora-reloj de hardware al final del mismo periodo.

Obsérvese que m y N sufren cambios al comienzo y al final de cada periodo de ajuste de tiempo.

### H.3.6 Conclusión

El algoritmo de sincronización probabilística de reloj (PCS) proporciona una exactitud controlable al leer un valor de reloj distante. Ahora bien, no garantiza que un procesador pueda leer siempre un reloj distante con una exactitud especificada. Un proceso puede leer el reloj de otro proceso con una exactitud dada con una probabilidad tan cercana a uno como se desee, si para conseguir la sintonía efectúa la cantidad suficiente de tentativas. Cuando se consigue la sintonía, el proceso conoce la exactitud de la lectura real obtenida. El algoritmo también muestra la manera de ajustar un reloj continuamente dentro del periodo de ajuste de hora, y cómo calcular la hora de la sintonía próxima.

### H.4 Referencias adicionales

En las publicaciones siguientes puede verse más información especializada y de antecedentes:

- [1] ISO/CEI JTC 1/SC 21/WG 7 N352 – Requirements on the time synchronization standard.
- [2] CHRISTIAN (F.) Probabilistic Clock Synchronization, *Distributed Computing* (1989), 3:146-158.
- [3] SCHMUCK (F.) y CHRISTIAN (F.) Continuous clock amortization need not affect the precision of a clock synchronization algorithm, *Proceedings of the Ninth Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*, 1990.
- [4] Digital Equipment Corporation, Digital Time Service Functional Specification – Version V1.0.
- [5] MILLS (D.L.) Network Time Protocol (Version 3) Specification and Implementation. RFC 1305, marzo de 1992.
- [6] MARZULLO (K.A.) Maintaining time in a distributed system: An example of a loosely coupled distributed service, Ph. D. dissertation, Stanford University, Stanford, CA., febrero de 1984.
- [7] MILLS (D.L.) Internet Time Synchronization: The Network Time Protocol IEEE Transactions on Communications, Vol. 39. N.º 10, octubre de 1991.
- [8] CCIR, Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias. (Recomendación 460), en XII Asamblea Plenaria del CCIR, New Delhi, India, 1970, III, p. 227, UIT, Ginebra, Suiza, 1970.

- [9] CCIR, Instrucciones detalladas de la Comisión de Estudio 7 para la aplicación de la Recomendación 460 en relación con el sistema mejorado de Tiempo Universal Coordinado, válidas desde el 1 de enero de 1972" en la XII Asamblea Plenaria del CCIR New Delhi, India, 1970, III, p. 228 a-d, UIT, Ginebra, Suiza, 1970.
- [10] 1003.1b-1993: POSIX, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [11] OSF DCE 1.0 (Update 1.0.3), OFS DCE Application Environment Specification/Distributed Computing – Time Services.

## Anexo I

### Servicio de usuario de tiempo

(Este anexo no es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

El componente servicio usuario de tiempo de un servicio horario genérico proporciona a los usuarios el acceso a la información horaria. Esta porción del servicio horario genérico se considera una cuestión local y está fuera del ámbito de la función de gestión del tiempo. Ahora bien, el suministro de un servicio usuario de tiempo es importante, y en este anexo se examinan algunos aspectos de interés.

#### I.1 Exactitud y precisión

La función gestión del tiempo no impone a los implementadores ningún requisito con respecto a la exactitud y la precisión de los relojes. No obstante, en la práctica, los sistemas particulares tienen, por lo general, requisitos de exactitud y precisión, y es el diseñador del sistema el que debe identificarlos y formular las especificaciones necesarias.

#### I.2 Formatos de usuario de tiempo

Existen diversos formatos para presentar la información horaria. En esta Recomendación | Norma Internacional se define una única representación del tiempo. Ahora bien, concretamente, un servicio usuario de tiempo puede tener que convertir muchos formatos diferentes. Esta conversión incluye conceptos como husos horarios y ajustes de hora local (hora de verano). Este proceso de conversión, especialmente cuando intervienen segundos intercalares, se debe tener en cuenta en el servicio usuario de tiempo.

Otro aspecto relacionado con los formatos de usuario de tiempo es la representación. La representación definida en la función gestión del tiempo es una buena representación para coordinar con eficacia la información horaria con respecto a la sincronización y las aplicaciones generales. Pero es probable que muchas aplicaciones sólo necesiten un valor horario simple sin la información de exactitud asociada. Esta la proporciona localmente el servicio usuario de tiempo.

#### I.3 Segundos intercalares

Los segundos intercalares son ajustes que se efectúan con respecto a una referencia de tiempo atómico normalizado para tener en cuenta las pequeñas variaciones de la rotación de la Tierra. Estos segundos se suman o restan en la escala de tiempo UTC según sea necesario. Esta operación se efectúa en fechas prefijadas a fines de junio y diciembre.

Normalmente, se aplican dos métodos de segundo intercalar cuando se trata de una representación del tiempo que es un cálculo de una determinada unidad de tiempo (segundos) desde una época. En el primero, la escala de tiempo es un cálculo constante de segundos que han transcurrido desde la época. Esto representa una línea de tiempo continua, o sea, que la línea de tiempo generada por esta representación es monótonica y regular. Se toma nota de los segundos intercalares para la conversión a otros formatos de tiempo y a la hora. Pero la ocurrencia de un segundo intercalar no tiene repercusiones en la representación básica. Este método simplifica la tarea de calcular los intervalos de tiempo porque no hay discontinuidades. Ahora bien, dificulta en cierto grado la tarea de calcular una fecha de calendario precisa. Es preciso conocer cuántos segundos intercalares han ocurrido antes de esa fecha particular. Una manera de solucionar esta cuestión es incluir el cálculo de los segundos intercalares en la representación.

En el segundo método, la ocurrencia de un segundo intercalar causa una discontinuidad en la línea de tiempo. Al cálculo se le aplica un salto de unidad de un segundo. Esto dificulta la tarea de calcular los intervalos horarios porque es preciso

saber si ha ocurrido un segundo intercalar durante el intervalo de interés. Este método simplifica la tarea de la conversión a otros formatos de tiempo y de horas.

Otro aspecto que hay que abordar es el de las medidas que habrá que tomar cuando ocurran segundos intercalares. Es preciso contar con mecanismos que proporcionen un aviso anticipado de que se está por producir un segundo intercalar. Además, habrá que elegir un curso de acción cuando se produzca el fenómeno. También habrá que decidir si la corrección se efectuará de una sola vez o de forma gradual.

#### **I.4 Valores horarios para la ordenación de eventos**

Otro aspecto del servicio usuario de tiempo es el de las indicaciones de tiempo sin ambigüedades. Los valores horarios se utilizan a menudo para la ordenación de los eventos. En este caso, no pueden existir dos indicaciones de tiempo iguales. Hay diversos métodos para tratar esta cuestión.

El primero consiste en proporcionar un reloj local que tenga una velocidad de marcha superior a la velocidad de acceso. Actualmente, en muchas estaciones de trabajo el reloj marcha a un microsegundo; ahora bien, la lectura del reloj puede entrañar unos 40 microsegundos.

Un segundo método consiste en utilizar los bits no significativos de la representación del tiempo para proporcionar una ordenación dentro de una unidad de marcha de reloj. Según este método, si el reloj marcha a 10 milisegundos, se pueden utilizar los bits que representan microsegundos únicos para la ordenación dentro del intervalo de 10 milisegundos sin proporcionar información horaria válida.

El último método consiste en utilizar un campo adicional asociado a la indicación de tiempo como ordinal. Este campo adicional se utiliza para la ordenación dentro del intervalo de marcha del reloj.

Estos son todos los métodos que se pueden utilizar localmente en el servicio usuario de tiempo. El aspecto de selección está fuera del ámbito de esta Recomendación | Norma Internacional.

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
<b>Serie X</b>	<b>Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos</b>
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes de programación