

Kommunikation Offener Systeme

Interne Struktur der Vermittlungsschicht

Identisch mit ISO 8648 : 1988

DIN
ISO 8648

Open Systems Interconnection; Internal organization of the network layer; Identical with ISO 8648 : 1988

Interconnexion de systèmes ouverts; Organisation interne de la Couche Réseau; Identique à ISO 8648 : 1988

Die Internationale Norm ISO 8648, 1. Ausgabe 1988-02-15, „Information processing systems — Open Systems Interconnection — Internal organization of the Network Layer“, ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort**(1) Einführung**

Die Internationale Norm ISO 8648 : 1988 wurde von ISO/TC 97/SC 6¹⁾ unter Mitwirkung des Arbeitsausschusses Datenkommunikation im Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme (NI) erarbeitet.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluß 13/1983 festgelegt, daß Deutsche Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der ISO gründet, in Ausnahmefällen und unter bestimmten Bedingungen in Englisch veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für diese Norm erfüllt.

Um den Gebrauch der Norm zu erleichtern, wird dem englischen Originaltext eine deutsche Erläuterung sowie eine englisch-deutsche Fachwörterliste vorangestellt.

(2) Allgemeines

Die Begriffe sind in den Normen der Reihe DIN 44300 und in DIN 44302 festgelegt.

Diese Norm legt die interne Struktur der Vermittlungsschicht fest. Sie dient dem Entwurf von Vermittlungsprotokollen, Transitsystemen und Vermittlungsinstanzen in Endsystemen. Vermittlungsprotokolle, Transitsysteme und Vermittlungsinstanzen dienen der Erbringung des OSI-Vermittlungsdienstes nach DIN ISO 8348.

Die Norm enthält

- eine abgestimmte Architektur und Terminologie der Vermittlungsschicht;
- eine Klassifikation und Analyse von Vermittlungsprotokollen und Vermittlungsdiensten; und
- Festlegungen, wie reale Netze zur Unterstützung oder Erbringung des Vermittlungsdienstes zu verwenden sind, insbesondere wenn mehrere reale Netze verbunden sind.

Struktur der Vermittlungsschicht**a) Teilnetze und Relais der Vermittlungsschicht**

Die im Referenz-Modell DIN ISO 7498²⁾ definierten Funktionen der Vermittlungsschicht zur Kommunikation Offener Systeme (OSI) werden von den an der Offenen Kommunikation beteiligten Endsystemen, gegebenenfalls zusammen mit dazwischenliegenden Transitsystemen, erbracht. Transitsysteme sind reale Datennetze (Teilnetze), die ihrerseits mit Relais der Vermittlungsschicht (N-Relais) miteinander verknüpft sein können. Die Instanzen in Endsystemen und in Teilnetzen, die der Vermittlung dienen, und N-Relais sind der Vermittlungsschicht zuzuordnen.

Teilnetze können privat (z. B. Lokale Netze) oder auch öffentlich betrieben werden. Sie können beliebig mit N-Relais kombiniert werden. Dabei ist zu beachten, daß ein N-Relais nur Vermittlungsdienste desselben Typs miteinander verknüpfen kann (verbindungsorientiert bzw. verbindungslos).

b) Anpassungsprotokolle und Zugangsprotokoll

Erbringt ein Teilnetz nicht den OSI-Vermittlungsdienst, so wird — als Voraussetzung für Offene Kommunikation — der Vermittlungsdienst dieses Teilnetzes angepaßt.

Protokolle zur Anhebung von Diensten werden als Anpassungsprotokolle bezeichnet.

Entsprechend ihrer Funktion unterscheidet man folgende Typen von Protokollen:

- teilnetzunabhängiges Anpassungsprotokoll (SNICP),
- teilnetzspezifisches Anpassungsprotokoll (SNDP), sowie
- Teilnetz-Zugangsprotokoll (SNAcP).

Ein Protokoll kann mehrere Funktionen gleichzeitig verwirklichen. Ferner kann dasselbe Protokoll in verschiedenen Umgebungen unterschiedliche Funktionen ausüben.

¹⁾ ISO — International Organization for Standardization

TC 97 — Information processing systems

SC 6 — Data communications

²⁾ Z. Z. Entwurf

Fortsetzung Seite 2 bis 4
und 35 Seiten ISO-Norm

Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme (NI) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

c) Funktionen einer OSI-Vermittlungsinstanz

Entsprechend den Protokollen umfaßt eine OSI-Vermittlungsinstanz unter anderem folgende 3 Funktionen (siehe Bild unten, SNIC-Rolle, SNDC-Rolle, SNAc-Rolle):

- Die teilnetzunabhängige Funktion erbringt den OSI-Vermittlungsdienst unter Verwendung definierter unterlagerter Vermittlungs- und/oder Sicherungsdienste. Sie verbirgt die Eigenheiten des unterlagerten Teilnetzes.
- Die Teilnetz-Zugangsfunktion verwirklicht den Zugriff eines Systemes auf ein reales Teilnetz. Dieses geschieht durch ein teilnetzspezifisches Zugangsprotokoll. Der von der Teilnetz-Zugangsfunktion erbrachte Vermittlungsdienst kann bereits dem OSI-Vermittlungsdienst entsprechen.
- Die teilnetzspezifische Funktion ist immer dann erforderlich, wenn der unterlagerte Dienst nicht mit dem von der teilnetzunabhängigen Funktion erwarteten Dienst übereinstimmt.

d) Wegewahl und Weitergabe

Wegewahl und Weitergabe sind zwei eng verknüpfte Funktionen innerhalb der Vermittlungsschicht (siehe Bild unten).

Wegewahl ist die Funktion, die nach einem Algorithmus die Beziehung zweier Teilnetze bezogen auf eine Endsystemverbindung definiert. Für die Ermittlung dieser Beziehung werden Adressen der Vermittlungsschicht benutzt. Die Struktur dieser Adressen ist in DIN ISO 8348 festgelegt.

Weitergabe ist die Funktion, die NPDUs von einem Teilnetz zu einem durch die Wegewahl ermittelten zweiten Teilnetz weiterreicht. Dabei spielen u. a. die lokale Flußregelung und die Anpassung der Länge von NPDUs eine wichtige Rolle.

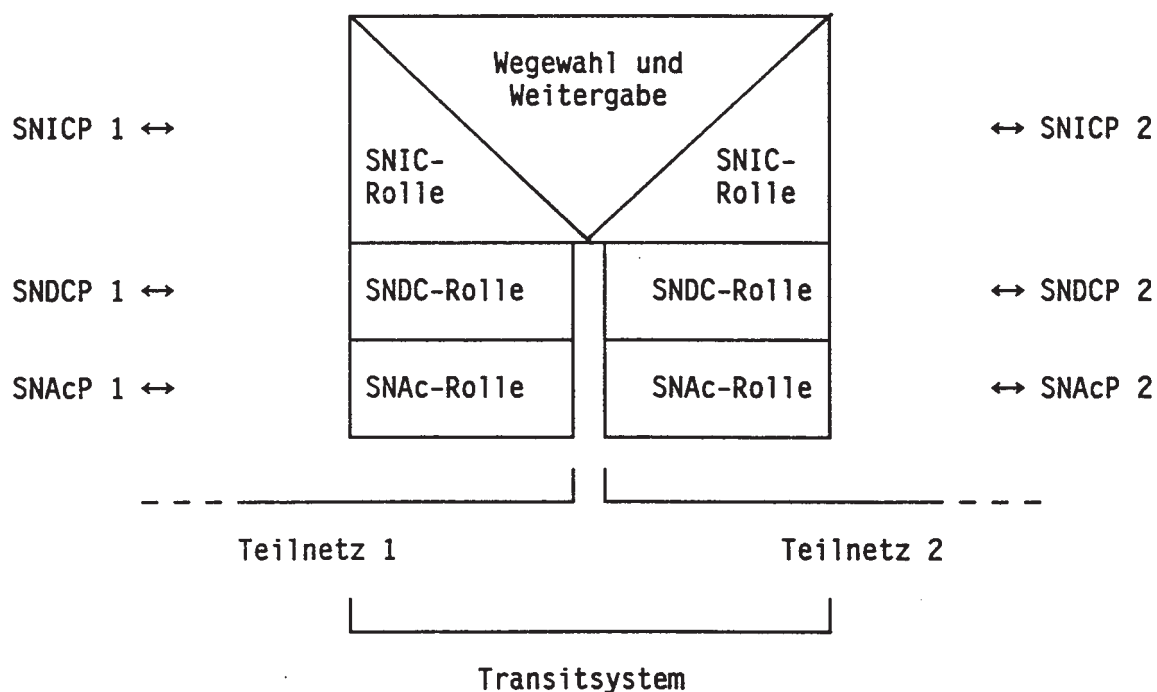


Bild. Wichtige Funktionen eines Relais der Vermittlungsschicht

e) Verknüpfung von OSI-Teilnetzen

Wenn alle in die Kommunikation einbezogenen realen Teilnetze den OSI-Vermittlungsdienst erbringen, benutzen die N-Relais direkt diesen angebotenen Vermittlungsdienst.

f) Teilnetzweise Anpassung

Entspricht der Vermittlungsdienst eines realen Teilnetzes nicht dem OSI-Vermittlungsdienst, wird er mit SNIC- und/oder mit SNDC-Protokollen an den OSI-Vermittlungsdienst angepaßt.

OSI-Adressen werden mit SNIC-, SNDC- oder mit SNAc-Protokollen übertragen. Die Funktionalität der verwendeten Protokolle hängt von den Eigenschaften des realen Teilnetzes ab. Die teilnetzweise Anpassung empfiehlt sich, wenn die Mehrheit der beteiligten Teilnetze bereits den OSI-Vermittlungsdienst erbringt.

g) Verwendung eines überlagerten Vermittlungsprotokolls

In Bereichen, wo nur eine Minderheit von Teilnetzen den OSI-Vermittlungsdienst erbringt, empfiehlt sich die Verwendung eines überlagerten SNIC-Protokolls. Dieses überlagerte Vermittlungsprotokoll dient primär zur Übertragung von OSI-Vermittlungsadressen, die u. a. von N-Relais ausgewertet werden.

h) Kombination der Anpassungsverfahren

Die in den Abschnitten e), f) und g) beschriebenen Verfahren können auch kombiniert werden.

(3) Übereinstimmung

Die interne Struktur der Vermittlungsschicht ist konzeptionell definiert. Implementierung und Schnittstellen innerhalb eines realen Systems werden nicht beschrieben. Daher ist hier keine Aussage zur Übereinstimmung eines Systems mit dieser Norm enthalten.

Übereinstimmung wird aber durch die Realisierung von Vermittlungsprotokollen erreicht, welche den OSI-Vermittlungsdienst nach DIN ISO 8348 erbringen.

(4) Zusammenhang mit nationalen Normen

Im Abschnitt 2 der englischen Originalfassung wird auf weitere Internationale Normen und andere Unterlagen Bezug genommen. Nachfolgend sind ihnen die entsprechenden Deutschen Normen gegenübergestellt:

ISO 7498	DIN ISO 7498 ²⁾
ISO 8208	DIN ISO 8208 ²⁾
ISO 8348	DIN ISO 8348
ISO DIS 8802-2	DIN ISO 8802 Teil 2 ²⁾
ISO 8802-3	DIN ISO 8802 Teil 3
ISO DIS 8802-4	DIN ISO 8802 Teil 4 ²⁾
ISO DIS 8802-5	DIN ISO 8802 Teil 5 ²⁾
CCITT X.21	DIN 66244 Teil 2
CCITT X.25	DIN 66244 Teil 3 ²⁾ , DIN ISO 7776, DIN ISO 8208 ²⁾

Für die im Abschnitt 2 außerdem aufgeführten ISO/TR 8509 und ISO 8802-7²⁾ sind keine entsprechenden nationalen Veröffentlichungen vorgesehen. Sie können vom Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 1000 Berlin 30, bezogen werden.

(5) Englisch-deutsche Fachwörterliste

Abkürzungen sind gegebenenfalls den Fachwörtern angefügt und von diesen durch ein Komma getrennt.

connectionless-mode	verbindungslos ³⁾
connection-mode	verbindungsorientiert ³⁾
convergence protocol	Anpassungsprotokoll
control information	Steuerinformation
data transmission service	Datenübertragungsdienst
hop-by-hop harmonization	teilnetzweise Anpassung
intermediate system	Transitsystem ³⁾
internetworking protocol	teilnetzübergreifendes Protokoll
interworking unit, IWU	Übergangseinheit, IWU
network connection	Endsystemverbindung
network entity	Vermittlungsinstanz ³⁾
network layer	Vermittlungsschicht ³⁾
network relay	Relais der Vermittlungsschicht, N-Relais ³⁾
network-service-access-point, NSAP	Vermittlungsdienstzugangspunkt, NSAP ³⁾
protocol	Protokoll ³⁾
real end system	reales Endsystem
real subnetwork	reales Teilnetz
relaying	Weitergabe
relay system	Transitsystem
routing	Wegewahl ³⁾
service provider	Diensterbringer ³⁾
service type	Diensttyp
service user	Dienstbenutzer ³⁾
subnetwork	Teilnetz ⁴⁾
subnetwork access protocol, SNACp	Teilnetz-Zugangsprotokoll, SNACp
subnetwork dependent convergence protocol, SNDCP	teilnetzspezifisches Anpassungsprotokoll, SNDCP
subnetwork independent convergence protocol, SNICP	teilnetzunabhängiges Anpassungsprotokoll, SNICP

²⁾ Siehe Seite 1

³⁾ Übersetzung nach DIN ISO 7498, z.Z. Entwurf

Zitierte Normen und andere Unterlagen

— in der englischen Originalfassung:

Siehe Abschnitt 2.

— in nationalen Zusätzen:

Normen der Reihe

DIN 44300 Informationsverarbeitung; Begriffe

Beiblatt 2 zu

DIN 44300 Informationsverarbeitung; Begriffe; Alphabetisches Gesamtverzeichnis

DIN 44302

Informationsverarbeitung; Datenübertragung, Datenübermittlung; Begriffe

Beiblatt 1 zu

DIN 44302

Informationsverarbeitung; Datenübertragung, Datenübermittlung; Fachwörter

DIN ISO 7498

(z. Z. Entwurf) Informationsverarbeitung; Kommunikation Offener Systeme; Basis-Referenzmodell

DIN ISO 7776

Bitorientierte Steuerungsverfahren zur Datenübermittlung, HDLC; CCITT X.25 LAPB-verträgliches Steuerungsverfahren für Datenendeinrichtungen; Identisch mit ISO 7776 : 1986 (Stand September 1989)

DIN ISO 8208

(z. Z. Entwurf) Datenkommunikation; Paketvermittlungsprotokoll für Datenendeinrichtungen; nach CCITT X.25; Identisch mit ISO/IEC DIS 8208 : 1988

DIN ISO 8348

Informationsverarbeitung; Kommunikation Offener Systeme; Definition des Vermittlungsdienstes

DIN ISO 8802 Teil 2

(z. Z. Entwurf) Lokale Netze; Steuerungsverfahren im Übermittlungsabschnitt (LLC)

DIN ISO 8802 Teil 3

Lokale Netze; Steuerungsverfahren für Vielfachzugriff mit Aktivitätsüberwachung und Kollisionserkennung, CSMA/CD; Identisch mit ISO 8802-3 : 1989

DIN ISO 8802 Teil 4

(z. Z. Entwurf) Lokale Netze; Bus mit Sendeberechtigungsmarke

DIN ISO 8802 Teil 5

(z. Z. Entwurf) Lokale Netze; Ring mit Sendeberechtigungsmarke

DIN 66244 Teil 2

Schnittstellen zwischen DEE und DÜE in Datennetzen; Synchrone Übertragung und Verbindungssteuerungsverfahren bei Leitungsvermittlung

DIN 66244 Teil 3

(z. Z. Entwurf) Schnittstelle zwischen DEE und DÜE in Datennetzen; Vermittlungsprotokoll bei Paketvermittlung

Internationale Patentklassifikation

H 04 L 12/00

H 04 L 29/06

INTERNATIONAL STANDARD

**ISO
8648**

First edition
1988-02-15



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Information processing systems — Open Systems Interconnection — Internal organization of the Network Layer

*Systèmes de traitement de l'information — Interconnexion de systèmes ouverts — Organisation
interne de la Couche Réseau*

Reference number
ISO 8648 : 1988 (E)

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council. They are approved in accordance with ISO procedures requiring at least 75 % approval by the member bodies voting.

International Standard ISO 8648 was prepared by Technical Committee ISO/TC 97, *Information processing systems*.

Users should note that all International Standards undergo revision from time to time and that any reference made herein to any other International Standard implies its latest edition, unless otherwise stated.

Contents

	Page
0 Introduction	1
1 Scope and field of application	1
2 References	2
3 Definitions	2
3.1 Reference model definitions	2
3.2 Service conventions definitions	2
3.3 Network Layer architecture definitions	2
4 Abbreviations	3
5 Network Layer concepts and terminology	3
5.1 Real world objects and abstract elements	3
5.2 End systems and intermediate systems	3
5.2.1 End system considerations	3
5.2.2 Intermediate system considerations	3
5.3 Real subnetworks and subnetworks	3
5.4 Relay systems and interworking units	5
5.5 Data transmission service and subnetwork service	5
5.6 Service types	5
6 Organization of the Network Layer	5
6.1 Factors which influence the Internal organization of the Network Layer	10
6.2 Description of the possible roles for a Network Layer protocol	10
6.3 Subnetwork access protocols	11
6.4 Subnetwork independent convergence protocols	11
6.5 Subnetwork dependent convergence protocols	11
6.5.1 Relationship of SNDCP to SNICP	11
6.5.2 Relationship of SNDCP to the OSI Network Service	11
6.6 Relaying and routing	11
6.7 Single Network Layer protocol fulfilling all protocol roles	12
7 Application of the Network Layer Internal organization	12
7.1 Interconnection of subnetworks supporting all elements of the OSI Network Service	12
7.2 Hop-by-hop harmonization	12
7.3 Use of an internetworking protocol approach	12
7.4 Combinations of approaches for interconnecting subnetworks	13
8 Interconnection scenarios	13
8.1 Single data-link/single subnetwork interconnection	13
8.2 Interconnections involving subnetworks which support all elements of the Network Service	14
8.3 Interconnections involving multiple protocol combinations	14

Information processing systems — Open Systems Interconnection — Internal organization of the Network Layer

0 Introduction

This International Standard defines an architectural organization of the Network Layer of the OSI Reference Model. It is concerned with the functional organization of Network Layer entities in open systems, and with the ways in which this organization can be mapped to "real world" components (e.g. "real" networks, switches, transmission media, etc.). This International Standard relates those "real world" objects which must be dealt with to a set of abstract elements. There may be a variety of mappings between an abstract element and the physical equipment used to realize it. The description of such mappings requires a clear distinction between architectural terms and real world terms.

The architectural organization defined in this International Standard identifies and categorizes the way in which functions can be performed within the Network Layer by Network Layer protocols. In so doing, it provides a uniform framework for describing how different Network Layer protocols, operating either individually or cooperatively, can be used to provide the OSI Network Service. By focusing attention on the common functional elements of Network Layer protocols, this framework is intended to

- a) simplify the use of Network Layer protocols to provide the Network Service in different situations;
- b) limit the uncoordinated proliferation of Network Layer protocols with overlapping functions; and
- c) clarify the requirements for, and guide the development of, future Network Layer protocol standards.

This detailed internal structure is necessary in the case of the Network Layer for two reasons:

1. The Network Layer provides its users with a uniform Network Service, regardless of potentially wide variations in underlying "real-world" network services, technologies, and administrative organization. It is important to understand how the underlying components are organized and interact within the Network Layer, and how they can be efficiently and effectively used.
2. ISO 7498 specifies that the Network Layer performs routing and relaying functions and may contain entities residing in intermediate systems as well as in end systems. It is necessary to describe events that take place within

the Network Layer in both types of entities; i.e. in end systems (within which the Network Service is provided to NS users) and in intermediate systems (within which network-entities providing these relay and routing functions do not provide the Network Service to NS users).

1 Scope and field of application

This International Standard provides an architectural model of the OSI Network Layer as a framework for OSI Network Layer standardization, allowing incorporation of existing networks within the OSI architecture.

This framework encourages the design of real subnetworks that fully support the OSI Network Service whilst accommodating the participation, in the OSI environment, of other subnetworks that do not fully support the OSI Network Service.

This International Standard is intended for use both in the design and application of Network Layer protocols, operating between network-entities either in end systems providing the OSI Network Service, or in intermediate systems providing the routing and relay functions.

It shall be used to

- a) provide a common set of concepts and terminology for use in Network Layer standards (such standards shall reference this International Standard);
- b) analyse Network Layer functionality and classify Network Layer protocols;
- c) specify how "real networks" should be used in supporting or providing the OSI Network Service, in particular, in circumstances where multiple "real networks" are to be interconnected and used.

The organization defined herein does not address Network Layer management; in particular it is not concerned with the relationships among Network Layer entities which may be required for Network Layer management purposes. In addition, this International Standard does not specify the operational requirements for relay functions in intermediate systems, nor address how specific combinations of permitted functions might be practically and efficiently utilized.

2 References

ISO 7498, *Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model*

Note - See also CCITT Recommendation X.200 *Reference Model of Open Systems Interconnection for CCITT Applications*.

ISO 7498/Add. 1, *Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model Addendum 1: Connectionless-mode transmission*.

ISO 8208, *Information processing systems - Data communications - X.25 Packet Level Protocol for Data Terminal Equipment*.

ISO 8348, *Information processing systems - Data communications - Network service definition*

Note - See also CCITT Recommendation X.213 *Network Service Definition for Open Systems Interconnection (OSI) for CCITT Applications*.

ISO 8348/Add. 1, *Information processing systems - Data communications - Network service definition Addendum 1: Connectionless-mode transmission*.

ISO/TR 8509, *Information processing systems - Open Systems Interconnection - Service conventions*.

Note - See also CCITT Recommendation X.210 *Open Systems Interconnection (OSI) Layer Service Definition Conventions*.

ISO 8802 - Part 2, *Information processing systems - Data Communications - Local Area Networks - Logical Link Control*.¹

- Part 3, *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.¹

- Part 4, *Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications*.¹

- Part 5, *Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications*.¹

- Part 7, *Slotted Ring Access Method and Physical Layer Specifications*.¹

CCITT Recommendation X.21, *General purpose interface between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment for synchronous operation on public data networks*.

CCITT Recommendation X.25, *Interface between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment for terminals operating in the packet mode on public data networks*.

3 Definitions

3.1 Reference model definitions

This International Standard makes use of the following terms defined in ISO 7498:

- a) OSI Network Layer
- b) OSI Network Service
- c) OSI network-service-access-point
- d) OSI network-service-access-point-address (network-address)
- e) OSI network-entity
- f) network-relay
- g) routing
- h) service
- i) protocol
- k) protocol-control-information

3.2 Service conventions definitions

This International Standard makes use of the following terms defined in ISO/TR 8509:

- l) service user
- m) service provider

3.3 Network Layer architecture definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

n) **real subnetwork**: A collection of equipment and physical media which forms an autonomous whole and which can be used to interconnect real systems for purposes of communication.

p) **subnetwork**: An abstraction of a real subnetwork.

q) **interworking unit**: One or more items of equipment, or a part of an item of equipment, whose operation provides a network-relay function (that is, a real system which receives data from one correspondent network-entity and forwards it to another correspondent network-entity).

Note - Such equipment may be integrated into a real subnetwork which is being interconnected.

r) **relay system**: An abstraction of the equipment forming an interworking unit.

s) **intermediate system**: An abstraction of a real system providing a network-relay function.

t) **data transmission service**: The set of capabilities available from a real subnetwork which may be utilized by users of the real subnetwork for the purpose of sending and receiving data.

Note - This service is defined between the points where each user is connected to and accesses the real subnetwork; e.g. a DTE/DCE interface, and should not be confused with the notion of a service at a layer boundary as defined in ISO 7498.

¹ At present at the stage of draft; publication anticipated in due course

4 Abbreviations

For the purpose of this International Standard, the following abbreviations apply:

CO-NS	Connection-Mode Network Service
CL-NS	Connectionless-Mode Network Service
DCE	Data Circuit-terminating Equipment
DTE	Data Terminal Equipment
IWU	Interworking Unit
LAN	Local Area Network
NL	Network Layer
NSAP	Network-service-access-point
PCI	Protocol-control-information
SNACp	Subnetwork Access Protocol
SNDcP	Subnetwork Dependent Convergence Protocol
SNICP	Subnetwork Independent Convergence Protocol

5 Network Layer concepts and terminology

This clause gives precise meaning to a number of terms used in the OSI Network Layer standards which have a range of interpretation in more general usage.

5.1 Real world objects and abstract elements

Throughout this sub-clause and in clause 8, diagrams are used to illustrate various configurations of interest in the Network Layer. Each diagram has two components. Real world objects are depicted at the top of each diagram, while representation of the corresponding abstract element is depicted at the bottom. Table 1 shows the graphical representations of the real world objects and abstract elements used in the diagrams.

In figures 2, 3 and 4, the basic combinations of interconnection of real world objects (and thus their corresponding abstract elements) are depicted. From this basic set of interconnections, an arbitrary number of permitted interconnections can be built up through the repeated and/or recursive invocation of the basic interconnections shown in figures 2, 3 and 4.

Note - In figure 5, and those which follow it, the graphical representation of abstract elements contains additional detail (e.g. to illustrate OSI layers, protocol roles, etc.).

5.2 End systems and intermediate systems

End systems and intermediate systems are abstractions of equipment which fulfil the requirements of the OSI standards necessary to provide the function of an open system (see ISO 7498). An intermediate system performs only functions allocated to the lowest three layers of the Reference Model. Interworking units and real subnetworks are real world examples of equipment fulfilling the intermediate system role. An end system must additionally provide the functions of the layers above the Network Layer. A real end system is any piece of equipment or collection of pieces of equipment which fulfils this end system role. Network Layer entities within end systems shall provide the same Network Layer inter-system communication functions as those provided by Network Layer entities in intermediate systems, with the exception of relaying functions which are performed by intermediate systems only.

The same collection of physical equipment may be capable of operating as a real end system or as an interworking unit, or as both simultaneously, depending on the circumstances of its use. In a particular circumstance the functions being invoked correspond to those of an abstract end system or an intermediate system.

5.2.1 End system considerations

An end system can communicate with another end system either

- a) directly, without an intervening intermediate system (see figure 1); or
- b) through one or more intervening intermediate systems (see figure 2).

In this context, "directly" refers to that which involves only the network-entities in the two communicating end systems. Communication "through one or more intermediate systems" refers to communication that involves the performance of a network-relay function by one or more network-entities, in addition to the network-entities in the two communicating end systems.

In either case no constraints are placed on the way in which relays at lower layers (e.g. data-link-relays or physical-relays) might be used to provide communication between network-entities.

For example, the real subnetwork which directly connects two end systems, as depicted in figure 1, may be as simple as a direct point-to-point link between the two end systems, or as complex as an interconnected set of Local Area Networks (LANs).

5.2.2 Intermediate system considerations

An intermediate system is an abstraction of

- a) a real subnetwork (e.g. see 5.3 and figure 2) other than one which is directly connected as in 5.2.1;
- b) an interworking unit, connecting two or more real subnetworks (see 5.4 and figure 4 where only the case of two real subnetworks is shown); or
- c) a real subnetwork with an associated interworking unit (see 5.4 and figure 3).

Any combination of the above may be referred to as an intermediate system.

In some cases, it may be useful to identify and distinguish the abstract functionality of a real subnetwork from that of an interworking unit. In such circumstances, the abstract terms "subnetwork" and "relay system" may be used, respectively, to refer to these specific types of intermediate systems. (As described in following 5.3 and 5.4.)

5.3 Real subnetworks and subnetworks

A real subnetwork is a collection of equipment and physical media which forms an autonomous whole and which can be used to interconnect other real systems for purposes of communication (see figure 2). Examples of real subnetworks include

- commonly recognized, carrier supplied public networks;
- privately supplied and utilized networks;
- local area networks (LANs);
- any of the above, with associated interfacing equipment and/or interworking unit(s), considered together as forming a real subnetwork.

Table 1 – Correspondence between real world objects and abstract elements

Real world object	Graphical representation of real world object	Corresponding abstract element	Graphical Representation of abstract element
Real system		System	
Real open system		Open system	
Interworking unit		Relay system	
Real subnetwork		Subnetwork	
Real end system		End system	

* Note – For end systems which are directly connected (see 5.2.1) their interconnection will be graphically depicted as a single link and not as an intermediate system.