Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 75 (1997)

Heft: 7

Artikel: High-Speed-Vernetzung über Kupferkabel

Autor: Arquint, Stefan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876952

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

«KLASSE-E»-VERKABELUNG IN DER DISKUSSION

HIGH-SPEED-VERNETZUNG ÜBER KUPFERKABEL

High-end-Anwender, die heute vor der Situation stehen, ein neues Kabelnetz im Gebäude zu installieren, oder die vorhandene Verkabelung ausbauen müssen, sollten sich eingehend mit einem Verkabelungssystem der «Klasse E» auseinandersetzen, selbst wenn noch grösstenteils mit herkömmlichen LAN-Geschwindigkeiten bis 100 Mbit/s gearbeitet wird.

Das Datenvolumen wird aufgrund der neuen Software-Applikationen sprunghaft zunehmen (Foto: HR. Bramaz).

Hauptauslöser dieser Erweiterung sind die zukünftigen Multimedia-Anwendungen und neue Netztechnologien wie Asynchronous Transfer Mode (ATM). Sie werden in mehrfacher Hinsicht die Anforderungen an

STEFAN ARQUINT, ZÜRICH

die Tertiärverkabelung verschärfen. Zum einen sind Datenraten bis 622 Mbit/s auch am Arbeitsplatz zu erwarten. Zum andern wird das zu transportierende Datenvolumen aufgrund der neuen Software-Applikationen, die Daten-, Sprach- und Bildanteile enthalten, sprunghaft zunehmen.

Warum «Klasse-E»-Verkabelung?

Selbst Anwender, denen die herkömmlichen LAN-Technologien derzeit noch genügend Spielraum lassen, kommen in Anbetracht der Langlebigkeit einer Verkabelung und der höheren Übertragungsraten nicht umhin, die zukünftigen Veränderungen bereits heute bei ihren Verkabelungsprojekten zu berücksichtigen. Aufgrund des hohen Aufwands beim Verlegen und Anschliessen eines Verkabelungssystems und den in der Regel damit verbundenen Gebäudeumbaukosten erwartet der Anwender eine Nutzungsdauer von 10 bis 15 Jahren. Extrapoliert man den Zuwachs der Übertragungsraten über diesen Zeitraum, ist abzusehen, dass eine heute installierte Verkabelung mindestens zwei, wahrscheinlich sogar drei Generationen von Übertragungsverfahren mit jeweils gesteigerten Übertragungsraten überstehen muss.

Mit ATM von 622 Mbit/s hat die ITU bereits die nächste Stufe der Übertragungstechnik definiert. Die heute für hohe Datenraten gebräuchlichen Verkabelungen entsprechen aber maximal den in ISO/IEC 11801 bzw. EN 50173 standardisierten Vorgaben der Klasse D, das heisst, sie sind definiert für Frequenzen bis 100 MHz und damit für Datenraten von 622 Mbit/s und darüber nicht geeignet.

Deshalb bleiben dem Anwender nur zwei Alternativen: die neuen sogenannten «Klasse-E»-Kupferverkabelungen oder Lichtwellenleiterverkabelungen. Lichtwellenleiter (LWL) sind unter rein technischen Aspekten zwar die geeignetste Lösung, wirtschaftlich gesehen können sie aber nach wie vor generell betrachtet nicht mit den symmetrischen Kupferkabeln konkurrieren. Denn neben den reinen Anschaffungskosten für das Kabel müssen auch die höheren Kosten für die LWL-Schnittstellenkarten in den Endgeräten und aktiven Netzkomponenten sowie für die LWL-Verteilerfelder und die LWL-Installation mit berücksichtigt werden.

Darüber hinaus kann universelle Verkabelung für Sprache, Daten und Bilder derzeit nur mit Kupfertechnik realisiert werden, da Telefone mit Lichtwellenleiteranschluss nicht gebräuchlich sind. Deshalb bleiben Lichtwellenleiter in absehbarer Zeit das geeignete Übertragungsmedium im Campus und im Steigbereich der Gebäude. Im Tertiär-(Etagen-)Bereich sind sie heute nur in Ausnahmefällen eine Alternative. Zum Beispiel, wenn besonders sensitive Daten übertragen werden müssen oder wenn aufgrund der Gebäudestruktur die Einbringung von Kupferkabeln und Kabelkanälen durch Umbaumassnahmen so verteuert wird, dass sich das Preisniveau dem einer LWL-Verkabelung annähert (z. B. in alten oder denkmalgeschützten Gebäuden). Für alle anderen Anwendungen gilt die Kupferverkabelung, und vor allem die «Klasse-E»-Verkabelung, als das Übertragungsmedium der nächsten Jahre.

Kategorien für Komponenten	Klassen für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen	Definierte Frequenzen	Anwendungsbeispiele
Kategorie 3	Klasse C	16 MHz	Sprachübertragung
Kategorie 5	Klasse D	100 MHz	Sprach- und Daten-Übertragung (PBX, 10Base-T, 100Base-T, ATM 155)
Kategorie 6	Klasse E	600 MHz	Sprach- und Datenübertragung, Multimedia-Anwendungen (PBX, 10Base-T, 100Base-T, ATM 622 usw.)

Tabelle 1. Überblick über die in den nationalen und internationalen Gebäudeverkabelungsstandards spezifizierten Kategorien und Klassen für symmetrische Kupferkabel.

Ergänzung vorhandener Verkabelungsstandards

Um die Leistungsmerkmale von «Klasse-E»-Verkabelungen verbindlich für alle Hersteller festzuschreiben und dem Anwender Anhaltspunkte für ihre Bewertung an die Hand zu geben, wurde mit E DIN 44312-5 der erste Standard-Entwurf erarbeitet. E DIN 44312-5 baut auf den vorhandenen nationalen und internationalen Standards (ISO/IEC 11801, DIN EN 501731 EIA/TIA 568) auf und erweitert diese um ein sogenanntes «Kategorie-6/Klasse-E»-Verkabelungssystem. Das heisst, man wird möglicherweise keinen neuen Standard schaffen, sondern die bestehenden um die nächst höhere Kategorie und Klasse ergänzen. Auch das bisherige Verfahren, Richtwerte, beispielsweise für Dämpfung und Nahnebensprechdämpfung (NEXT), festzulegen und die Komponenten, das heisst Kabel und Anschlusstechnik, entsprechend ihren erzielten Werten in Kategorien und die Verkabelungsstrecken entsprechend der erzielten Link Performance in Klassen einzuteilen, wird beibehalten.

Bisher gelten für Datenanwendungen die Kategorien 3 bis 5 sowie die Klassen C bis D, wobei die Kategorien Auskunft über die Übertragungseigenschaften der eingesetzten Einzelkomponenten (wie Kabel, Stecker und Dose) geben und die Klassen Aussagen über die Qualität einer definierten Verkabelungsstrecke (sogenannte Link Performance) treffen. Komponenten der Kategorie 3 sind für Frequenzen bis 16 MHz, der Kategorie 4 bis 20 MHz und der Kategorie 5 bis 100 MHz geeignet (Tabelle 1). Den Kategorien 3 und 5 sind die Klassen C und D zugeordnet, das heisst, eine durchgängig mit Kategorie-5-Komponenten aufgebaute und sachgerecht installierte Verkabelungsstrecke nach der Definition des Standards entspricht den Anforderungen bezüglich Link Performance eines Klasse-D-Verkabelungssystems.

Mit diesen Definitionen decken die heute gültigen Standards für symmetrische Kupferverkabelungen sowohl die herkömmlichen LAN-Dienste wie Ethernet und Token Ring als auch hochbitratige Datendienste wie TP-DDI mit 100 Mbit/s und ATM mit 155 Mbit/s ab. Ein zukünftiges Verkabelungssystem der «Kategorie 6/Klasse E» zielt auf Anwendungen mit Übertragungsfrequenzen bis 600 MHz, das heisst, es muss die vom ATM-Forum und der ITU-T spezifizierte Übertragungsrate von 622 Mbit/s in allen Anwendungsfällen garantieren.

Frequenz (MHz)	Max. Dämpfung (dB)	Min. NEXT (dB)	Min. ACR (dB)
1	2,3	74	60
4	4	74	60
10	6,2	74	60
16	7,7	74	60
20	8,6	74	60
31,25	10,7	74	60
62,5	15,3	69,3	54
100	19,2	66,1	46,9
175	25,3	62,3	37
300	33,1	68,7	25,6
600	50	54	4

Tabelle 2. Mindestanforderungen für Dämpfung, Nahnebensprechdämpfung und ACR der «Klasse-E»-Verkabelungsstrecken.

Richtwerte für ein «Kategorie-6/Klasse-E»-Verkabelungssystem

Die von Siemens in den Normungsentwurf E DIN 44312-5 eingebrachten Grenzwerte für Verkabelungsstrecken der Klasse E (Tabelle 2), Kabel der Kategorie 6 (Tabelle 3) und Verbindungstechnik der Kategorie 6 (Tabelle 4) orientieren sich an den Anforderungen der aktiven Komponenten, vor allem am verwendeten Codierungsverfahren, an welches die Kabel angepasst sein müssen. Die meisten aktiven Systeme basieren heute auf der NRZ-Codierung. Sie hat den Vorteil, dass das Codierverfahren technisch relativ einfach zu realisieren ist und dass es in optischen Übertragungssystemen vielfach verwendet wird. So können in ATM-Systemen mit 622 Mbit/s für elek-

Frequenz (MHz)	Max. Dämpfung (dB/100 m)	Min. NEXT (dB bei 100 m Kabellänge)
1	2,3	80
4	3,8	80
10	6	80
16	7,6	80
20	8,5	80
31,25	10,6	80
62,5	15	75,3
100	19	71,1
175	25	67,3
300	33	63,7
600	50	60

Tabelle 3. Mindestanforderungen für Dämpfung und Nahnebensprechdämpfung der «Kategorie-6»-Kabel.

trische und optische Schnittstellen mit Ausnahme der elektrischen bzw. optischen Sender und Empfänger die gleichen elektronischen Bauteile eingesetzt werden.
Die Schwerpunktfrequenz bei einem ATM-Übertragungssystem mit 622 Mbit/s und NRZ-Codierung liegt bei 310 MHz. Aus den Spannungswerten des Senders am Eingang und des Empfängers am Ausgang der Kabelverbindung lässt sich die maximale Dämpfung bei Verwendung eines symmetrischen Kupferkabels und einer Frequenz von rund 310 MHz mit max. 36 dB ermitteln. Addiert man den geforderten ACR-Wert von 16 dB hinzu, ergibt sich ein NEXT-Wert von 52 dB am Eingang der Verkabelungsstrecke.
Eine Verkabelungsstrecke, wie sie im Standard definiert ist, hat eine Dämpfung von 36 dB und ein NEXT von 57 dB, kalkuliert auf Basis der entsprechenden elektrischen Eigenschaften der Komponenten, das heisst Anschlussschnur, Horizontalverkabelung und Verbindungstechnik. Das heisst, über das Verkabelungssystem können ATM-Zellen mit 622 Mbit/s und NRZ-Codierung über eine Strecke von 100 m übertragen werden. Die NRZ-Codierung ist bei der Bandbreitenausnutzung zwar nicht das optimalste, dafür aber das technisch einfachste und am wirtschaftlichsten zu realisierende Verfahren. Aufgrund der geringen Bandbreiteneffizienz der NRZ-Codierung beträgt die max. Übertragungsfrequenz 600 MHz, und das ACR muss positiv bleiben. Dies sind die beiden Eckwerte, die in einem neuen «Kategorie-6/Klasse-E»-Standard für die Verbindungsstrecke festgeschrieben werden sollten.

Definition einer «Klasse-E»-Verkabelungsstrecke

Symmetrische Kupferverkabelungen der Klasse E sind bis 600 MHz spezifiziert. Die Kriterien für die «Klasse E» werden erfüllt, wenn die gesamte Verkabelungsstrecke mit Komponenten (Kabel und Verbindungstechnik) der Kategorie 6 aufgebaut und ordnungsgemäss installiert ist. Eine «Klasse-E»-Verkabelungsstrecke muss die Anforderungen der Klasse D erfüllen, wie sie in ISO/IEC IS 1180:1995 definiert sind. Zusätzlich darf die Dämpfung einer Klasse-E-Verkabelungsstrecke nicht über den in Tabelle 2 angegebenen Werten liegen, und die Werte für das Nahnebensprechen und das Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR) müssen besser sein als die in Tabelle 2 aufgeführten Werte.

Anforderungen an Kabel und Verbindungstechnik

Die Komponenten (Kabel und Verbindungstechnik) der Kategorie 6 müssen alle Anforderungen der Kategorie-5-Komponenten erfüllen. Darüber hinaus darf die Dämpfung die Werte in Tabelle 3 bzw. Tabelle 4 nicht überschreiten, und die Werte für das Nahnebensprechen müssen besser sein als die Maximalwerte der beiden Tabellen.
Einzelkomponenten für 600 MHz sind von verschiedenen Herstellern bereits vorgestellt worden. Aus Anwendersicht ist allerdings entscheidend, dass nicht nur ein für 600 MHz geeignetes Kabel installiert wird, sondern dass die gesamte Verkabelungsstrecke die Klasse-E-Anforderungen für Datenraten bis 600 MHz einhält (Tabelle 2). Das heisst auch die Verbindungstechnik, beispielsweise Patch Panel, Wanddosen, Anschlussschnüre, muss den Grenzwerten der zukünftigen Kategorie 6 genügen.

Frequenz (MHz)	Max. Dämpfung (dB/100 m)	Min. NEXT (dB bei 100 m Kabellänge)
1	0,1	80
4	0,1	80
10	0,1	80
16	0,1	80
20	0,1	80
31,25	0,1	80
62,5	0,2	75,3
100	0,2	71,1
175	0,3	67,3
300	0,3	63,7
600	0,4	60

Tabelle 4. Mindestanforderungen für Dämpfung und Nahnebensprechdämpfung der «Kategorie-6»-Verbindungstechnik.

Durchgängige «Klasse-E»-Verkabelung heute schon möglich

Aus diesem Grund hat als Produktbeispiel die Siemens mit ICCS600 ein komplettes Verkabelungssystem für 600 MHz vorgestellt, das auf den Grenzwerten für die «Kategorie 6/Klasse E» basiert, die in den internationalen Standardisierungsgremien für Verkabelungen derzeit diskutiert werden. Es besteht aus dem symmetrischen Kupferkabel Data6, der SML-Anschlusstechnik mit Teilnehmeranschlussdosen, Dosen für Bodentanks und Brüstungskanäle (Mehrfachdosen), Patch Panel und SML-Einsätzen sowie entsprechenden Anschlussschnüren.
Um Abstrahlungen zu vermeiden und Abhörsicherheit zu gewährleisten, ist beispielsweise Data6 als geschirmtes symmetrisches Kupferkabel konzipiert, bei dem jedes einzelne Paar mit einem Folienschirm und das gesamte Kabel noch einmal mit einem Metall-Geflechtschirm versehen ist. Die SML-Verbindungstechnik ist ebenfalls geschirmt. Es stehen Wanddosen mit einem SML-Einsatz zur Verfügung. Die Mehrfachdosen werden als Zwei- und Dreifachdosen angeboten. Die Patch Panel nehmen maximal 16 SML-Einsätze auf. Als einheitlicher Stecker wird der RJ45-Stecker verwendet. Die Steckerbelegung (Pin 1, 2 und 7, 8) entspricht den Festlegungen des ATM-Forums.
Um Anwendern, die heute eine Verkabelung installieren, aber noch keine Klasse-E-Anforderungen haben, eine wirtschaftliche und gleichzeitig zukunftssichere Lösung anbieten zu können, ist es zum Beispiel möglich, in der Übergangszeit ICCS600 mit herkömmlichen SML-Einsätzen der Kategorie 5 zu kombinieren. So können die statischen Verkabelungsteile wie die Horizontalverkabelung und die Verbindungstechnik mit Kategorie-6-Komponenten realisiert werden, während

im Endgeräte-Anschlussbereich die üblichen Kategorie-5-Einsätze und Anschlussschnüre weiter im Einsatz bleiben. Es ist nur eine Infrastruktur für Sprache und Daten notwendig, das heisst, es werden alle Schnittstellen für die heute üblichen Sprach- und Datendienste unterstützt. Ein Leistungssprung von 100 MHz auf 600 MHz ist bei Bedarf durch Tauschen der SML-Einsätze und Anschlussschnüre möglich. Somit entfällt die Notwendigkeit einer späteren, kostenintensiven Nachverkabelung aufgrund mangelnder Performance. 9.1

Stefan Arquint
Dipl. El.-Ing. ETH & MBA
Marketing Manager
für Corporate Networks
bei Siemens Schweiz AG, Zürich.

SUMMARY

High-speed networking via copper cables

High-end users who are confronted with the situation of having to install a new cable network in their building or to upgrade the existing cabling should thoroughly investigate the 'Class E' cabling system, even if conventional LAN speeds of up to 100 Mbit/s are still predominantly used. The main initiators of such an upgrade are the future multimedia applications and new network technologies such as Asynchronous Transfer Mode (ATM). They will impose significantly more demanding requirements on the tertiary cabling. It is expected that data rates of up to 622 Mbit/s will have to be supported also at the workplace. Due to new software applications that contain data, voice and video components, there will be a quantum jump in the data volume to be transported. In view of the long service life of a cabling system and the higher transmission rates, even those LAN users who currently still have adequate capacity reserves with conventional LAN technologies should take the future changes into consideration in their current cabling projects.

BUCHBESPRECHUNGEN

Elektrotechnik, Elektronik-EMV

Hofheinz, Wolfgang. Elektrotechnik, Elektronik-EMV. Schutztechnik mit Isolationsüberwachung. Grundlagen und Anwendungen des ungeerdeten IT-Systems in medizinisch genutzten Räumen, in der Industrie, auf Schiffen, auf Schienenfahrzeugen und im Bergbau. VDE-Verlags GmbH, Berlin. 6. Auflage, 1997. 267 S., kart., DM 42.–, Fr. 39.–, öS 307.–, ISBN 3-8007-2215-1.

Aufgrund der zunehmenden Anwendung ungeerdeter IT-Stromversorgungssysteme ist die richtige Auswahl geeigneter Überwachungsgeräte von grosser Bedeutung. Die Kombination des ungeerdeten IT-Stromversorgungssystems mit Isolationsüberwachung ermöglicht eine noch bessere Schutztechnik. Die Betriebs-, Brand- und Unfallsicherheit wird so wesentlich erhöht. Das bereits in 6. Auflage vorliegende Fachbuch beschreibt die Vorteile des neuen Systems und dessen Anwendungsgebiete im medizinisch genutzten Bereich, in der Industrie, auf Schiffen, auf Schienenfahrzeugen und im Bergbau. Von grossem Interesse für Planer und Projekteure elektrischer Anlagen sind mit Sicherheit die einzelnen Messverfahren von Isolationsüberwachungsgeräten sowie die anzuwendenden VDE-Bestimmungen. Internationale Entwicklungen werden aufgezeigt. Ebenfalls beschrieben wird die historische Entwicklung des ungeerdeten Stromversorgungssystems und die der Isolationsüberwachung in Deutschland. Allgemeine Betrachtungen zum Isolationswiderstand sind ebenfalls berücksichtigt.

Das ATM-Handbuch

Hrsg. von Joachim Claus und Gerd Siegsund. Das ATM-Handbuch. Grundlagen, Planung, Einsatz. Loseblattwerk in einem Ordner. Hüthig GmbH, Heidelberg. 908 S. DM 198.–, öS 1545.–, Fr. 198.–, ISBN 3-7785-2384-8.
3. Ergänzungslieferung. 136 S. DM 69.36, ISBN 3-7785-2505-0.

ATM ist die Technologie für die Infrastruktur des Informations-Highways und die Grundlage künftiger Kommunikation. Die Standards haben sich mittlerweile stabilisiert und sind akzeptiert. Bislang fehlten zusammenhängende, fundierte Informationen über Einsatzmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit, über Technik und Management, über Chancen und Risiken. Im «ATM-Handbuch» wird das derzeitige Wissen über ATM strukturiert und zusammengefasst. Mehr als 50 Experten, die an entscheidenden Stellen in Industrie und Forschung mit ATM befasst sind, arbeiten an dem Werk mit. Geboten werden die Grundlagen der ATM-Technologie, die wichtigsten Standardisierungen und deren Entwicklung, konkrete Planungsbeispiele für öffentliche und private Netze und deren Zusammenarbeit mit bereits verfügbaren Netzen, Einblick in weltweit laufende ATM-Projekte sowie aktuelle Produktübersichten marktgängiger Systeme.

Handbuch der Kommunikationsnetze

W.-D. Haass. Handbuch der Kommunikationsnetze. Einführung in die Grundlagen und Methoden der Kommunikationsnetze. Springer-Verlag GmbH, Heidelberg. 1997. 638 S., 358 Abb., geb. DM 98.–, öS 715.40, Fr. 86.50, ISBN 3-540-61837-6.

Thema sind die Grundlagen und Methoden der Kommunikationsnetze. Die gesamte Bandbreite der Technik und der Dienste wird umfassend behandelt: vom analogen Telefonnetz zum rechnergesteuerten, dienstintegrierenden Digitalnetz, vom «Schmalband»-ISDN zum Breitband-ISDN, vom Ethernet zum ATM, das Zeichengabesystem Nr. 7, Intelligente Netze, Corporate Networks und Netzmanagement. Die Elemente und Einrichtungen von Netzknoten und die verwendeten Übertragungsverfahren werden vorgestellt.