

Kabling af dataanlæg

INDHOLDSFORTEGNELSE

Kabling af dataanlæg, forord	3
Kabling af dataanlæg, kabelteori	5
Kabling af dataanlæg, megahertz	13
Kabling af dataanlæg, valg af test	17
Kabling af dataanlæg, iso11801	21
Kabling af dataanlæg, ds/en 50173 og 50174	31
Kabling af dataanlæg, DS/EN 50346	41
Kabling af dataanlæg, kabeltyper	45
Kabling af dataanlæg, cat 5e og cat 6	49
Kabling af dataanlæg, valg af kabler	51
Kabling af dataanlæg, 10 gigabit kabling	53
Kabling af dataanlæg, krydsfelter	55
Kabling af dataanlæg, testudstyr	59
Kabling af dataanlæg, DPS 4000	75
Kabling af dataanlæg, støj og transienter	91
Kabling af dataanlæg, transientbeskyttelse	105
Kabling af dataanlæg, jording af EDB	107
Kabling af dataanlæg, UPS teknologi	113
Kabling af dataanlæg, IBM kabling	127
Kabling af dataanlæg, kabeltest	133
Kabling af dataanlæg, kabelstandarder	147
Kabling af dataanlæg, 3-og 4 dB-reglen	163
Kabling af dataanlæg, kabling i praksis	165
Kabling af dataanlæg, kablingspraksis	193
Kabling af dataanlæg, fremstilling af et patchkabel	225
Fiberteknik, backbone kabling	231
Hubs, Netværksbegrænsninger - H3 K&S	255
Kabling af dataanlæg, dokumentation	267
Stikordsregister	279

Forord

Hvorfor anvender vi uskærmede stjernebaserede twisted pair installationer? Hvad er fordele, og hvad er ulemper ved denne kabeltype? Det er nogle af de spørgsmål, som du kan finde svar på i denne bog ”Kabling af dataanlæg”.

Den typiske læser af denne bog er en elektriker eller en el-tekniker, som ønsker at vide mere om moderne kabelteknologi. Han eller hun har måske allerede arbejdet med kabling af dataanlæg, men mangler viden om den moderne teknologi. Derfor er denne bog opbygget således, at læseren både kan bruge den som opslagsværk og som selvstudium fra kapitel til kapitel.

Jeg har skrevet denne bog i samarbejde med El-Fagets Uddannelsesnævn, fordi vi har vurderet, at der er et udækket behov på markedet for netop denne type el-teknisk litteratur. Min baggrund for at skrive bogen er min erfaring fra undervisning af hundredvis af kursister, som har deltaget i el-fagets *Kabling af data*-kurser på IT-skolen i Vejle. Desuden har jeg benyttet mig af komponentoplysninger, som fabrikanten velvilligt har stillet til rådighed. Jeg har tilrettelagt indholdet således, at læseren både får en teoretisk indføring i emnet, og en praktisk indføring med forslag til monterings teknikker.

Jeg beskriver desuden de regler og normer, som danner grundlag for de installationer, som vi kender i dag, men læseren præsenteres både for danske, europæiske, internationale og amerikanske normer.

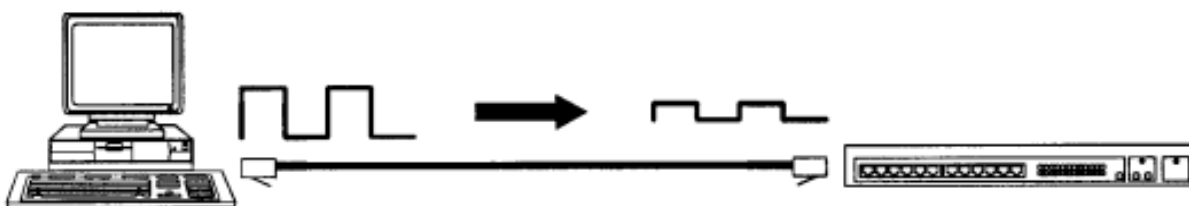
Tak til mine omgivelser for at give mig plads til at skrive denne bog.

Ian Gordon Fudge.

KABLING AF DATAANLÆG, FORORD

Attenuation
dæmpning

Når man sender signaler gennem et kabel vil der altid være tale om en dæmpning i forhold til det oprindelige signal. Denne dæmpning sætter en grænse for hvor langt et kabel kan være. Dæmpning måles i dB, som et udtryk for hvor meget der er tilbage af det oprindelige signal. Dæmpningen (signaltabet) skal være så lille som muligt.

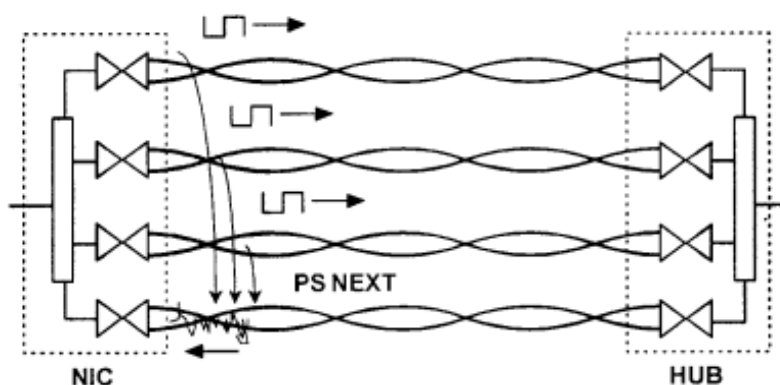


Her kan vi se at der sendes data fra et NIC (Network Interface Card = netkort) til en switch, og at signalet bliver svagere.

NEXT og PS NEXT
Krydstale nær signalkilde

NEXT (Near End Cross Talk) er et udtryk for elektrisk støj som, tæt på signalkilden (Near End), overføres fra ét kabel til et andet. Denne overførsel af elektrisk støj kaldes Cross Talk eller krydstale. Krydstale er, indenfor telefoni, betegnelsen for det fænomen man oplever, når man under en telefonsamtale svagt kan høre en anden samtale i baggrunden.

PS NEXT (Power Sum NEXT) er betegnelsen for den samlede mængde (Power Sum) af krydstale, hvis der overføres data nær signalkilden gennem 3 par ledninger - eller flere. (f.eks. 100BASE T4 eller 1000BASE T).

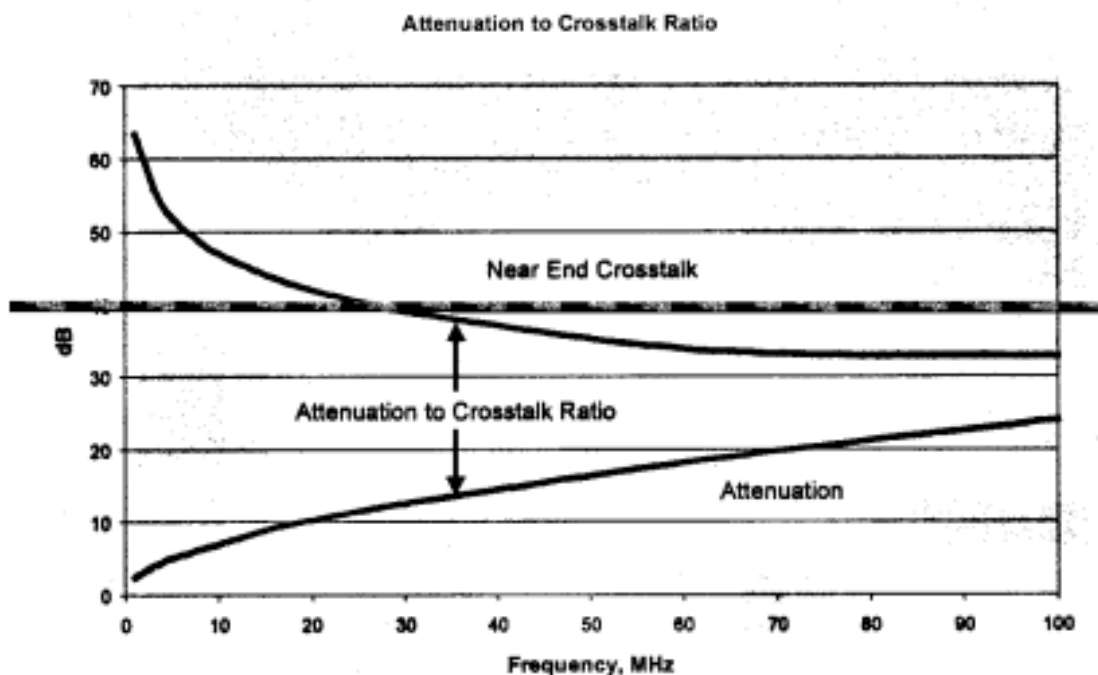


KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEORI

Det kan her på tegningen ses at der nu sendes på de 3 par fra NIC til huben. En måling af PS NEXT foretages ikke ved en CAT 5 test, men er et krav ved en CAT 5 enhanced test.

Forholdet mellem dæmpning og krydstale

ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) er forskellen mellem dæmpning (Attenuation) i kablet og krydstale (NEXT). ACR, som angives i dB, giver et reelt billede af den plads som er tilbage til dataoverførsel. For at der kan overføres data, kræves der en ACR på ca. 8 dB. Denne ACR værdi opstår ved ca. 75 MHz i en CAT 5e installation. Det er den benyttede kodningsteknik (manchester m.fl.) som bestemmer hvor mange data der kan overføres.

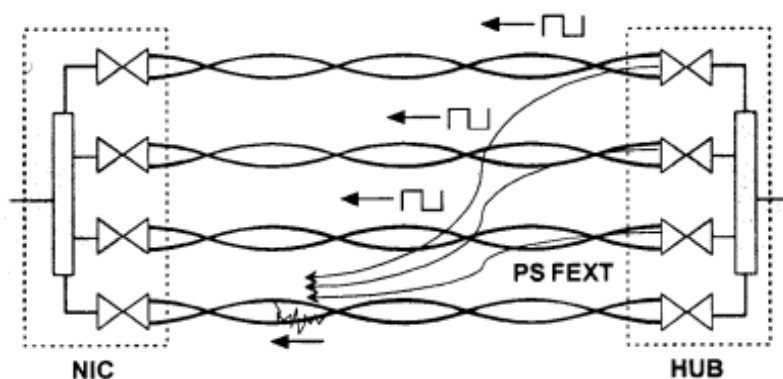


Her kan man se, hvordan både krydstale samt dæmpning “spiser op” af den egentlige båndbredde, som er til rådighed.

FEXT og PS FEXT

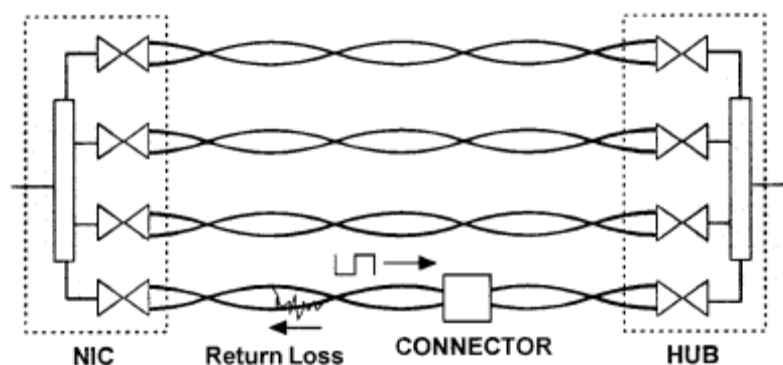
Krydstale fra modsat ende

FEXT (Far End Cross Talk) er den krydstale som opstår længst væk (Far End) fra signalkilden. PS FEXT (Power Sum FEXT) er den samlede mængde (Power Sum) af krydstale, som overføres fra 3 par ledere – eller flere - til et andet, nærliggende par. Da der ved 1000BASE T installationer transmitteres i alle fire par, er det vigtigt at man har styr på PS FEXT.

**Return Loss**

Uønskede retursignaler

Return Loss er signaler (eller refleksioner) der opstår, når et signal rammer en dårlig tilpasset impedance. Dette sker typisk ved samlinger (stik), ved skarpe knæk på kabler osv. Return Loss er et mål for hvor meget signal der kommer retur. Return Loss er ikke et stort problem i to-par systemer, men i f.eks. 1000BASE T, som transmitterer og modtager data på samme tidspunkt, kan det være et stort problem.



Propagation Delay

Forsinkelse af et datasignal

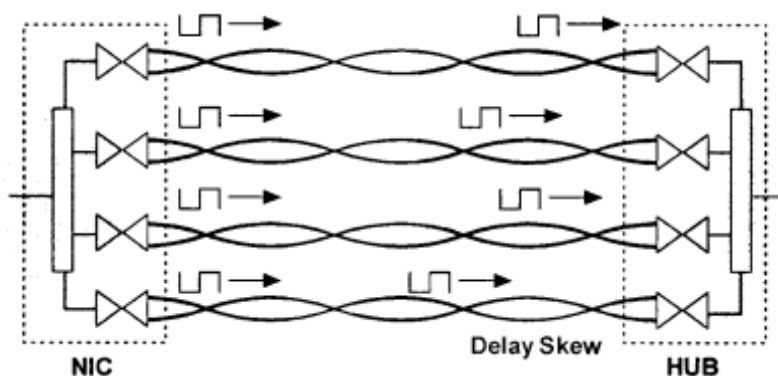
Når man sender data gennem et kabel, vil der altid være en lille forsinkelse. Forsinkelsen afhænger primært af kablets længde; jo længere kablet er - desto større bliver forsinkelsen. Propagation Delay er den tid det tager for et signal at blive sendt fra den ene ende af kablet til den anden. Propagation Delay måles i nannosekunder (ns).

Det er som regel kun forsinkelser, der bestemmer hvor stort et LAN kan blive. Men er der tale om 1000BASE T, bliver signalet fordelt over fire par og sendt samtidigt. Disse fire signaler skal nu samles, når de kommer til den anden ende af kablet. Det betyder, at man skal tage hensyn til længden på de enkelte par.

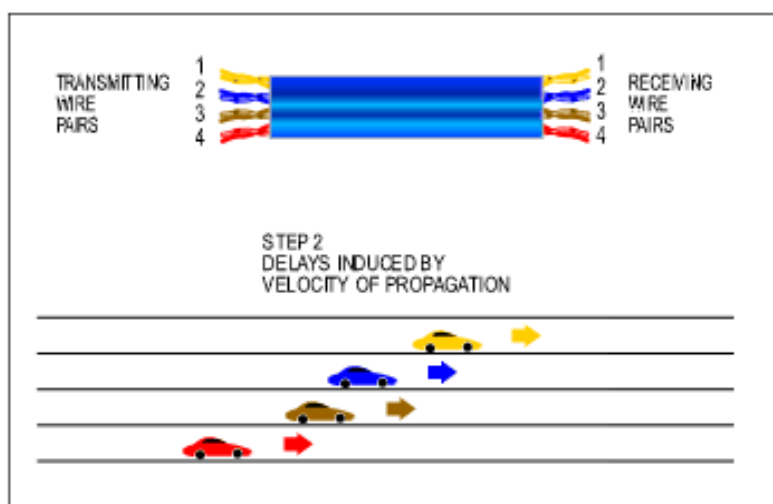
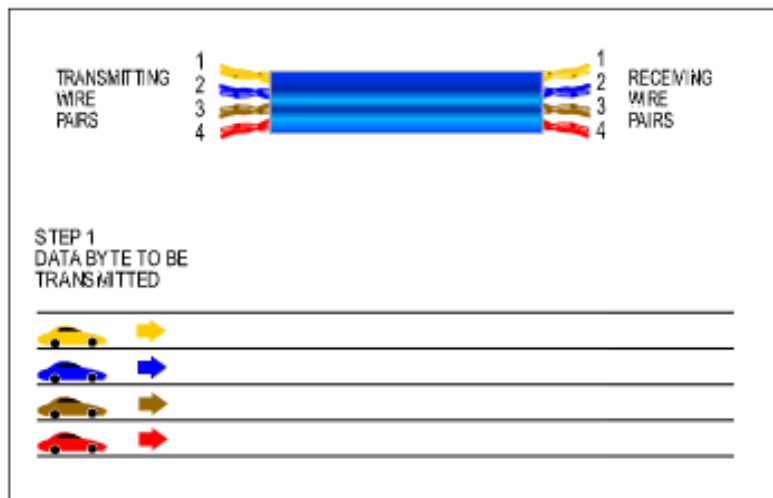
Delay Skew

Tidsforskel mellem signaler

Sammenligner man de parsnoede ledere i et kabel vil der altid være forskel på kvaliteten af de enkelte par. Længden af de enkelte par er heller ikke nøjagtig ens. Delay Skew er tidsforskellen mellem det hurtigste og det langsomste par. Benyttes der et 1000 BASE T kabel bliver signalet delt på 4 par og sendt af sted samtidigt. Disse 4 signaler skal så samles, når de kommer til den anden ende af kablet. Men de ankommer ikke samtidigt. Der er derfor en grænse for, hvor stor et Delay Skew kan være, hvis kontrollen med data-kommunikationen skal bevares.



KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEORI



De to billeder viser her signaler som biler. Det skal bemærkes, at de starter alle sammen på samme tidspunkt, men når enden af kablet på forskellige tidspunkter.

Balance

Parsnoede kabler skal være i balance, for ikke at udstråle uønskede signaler som vil blive opfattet som støj.

LCL og LCTL

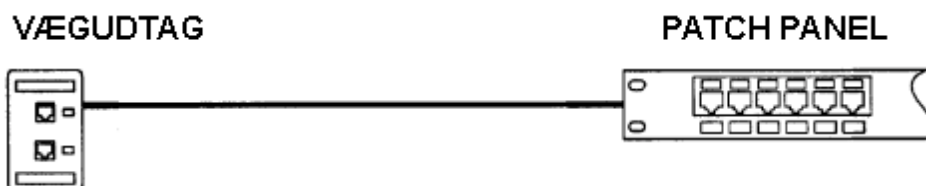
Der kan foretages målinger af LCL (Longitudinal Conversion Loss) og LCTL (Longitudinal Conversion Transfer Loss). LCL er en måling af balancen mellem to parsnoede ledere nær signalkilden. LCTL er en måling af balancen mellem to parsnoede ledere længst væk fra signalkilden. Målingerne viser dæmpningen som følge af ubalance i de parsnoede ledere. Disse målinger er ikke et krav, men kan føre til en forbedring af kabelkvaliteten.

Transfer Impedance

Dette er et udtryk, som bruges i forbindelse med skærmede kabler, og er et udtryk for hvor god skærmen er. Når man tester kabelsystemer, kan man teste større eller mindre dele af installationen. Der kan derfor opstå fejl/misforståelser når testresultater sammenlignes eller videregives til andre. For at sikre ensartede og sammenlignelige målinger har man indført standardbegreberne link og channel.

Link

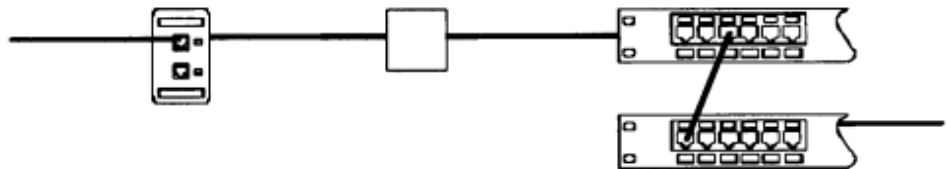
Link er den del, som bliver installeret af installatøren. Det er den fysiske installation fra patch panel til vægudtag. Der er hverken patch- eller dropkabler med i målingen. Man får en måling af, hvor god installationen er, men ikke en måling af, hvor god den samlede installation er.



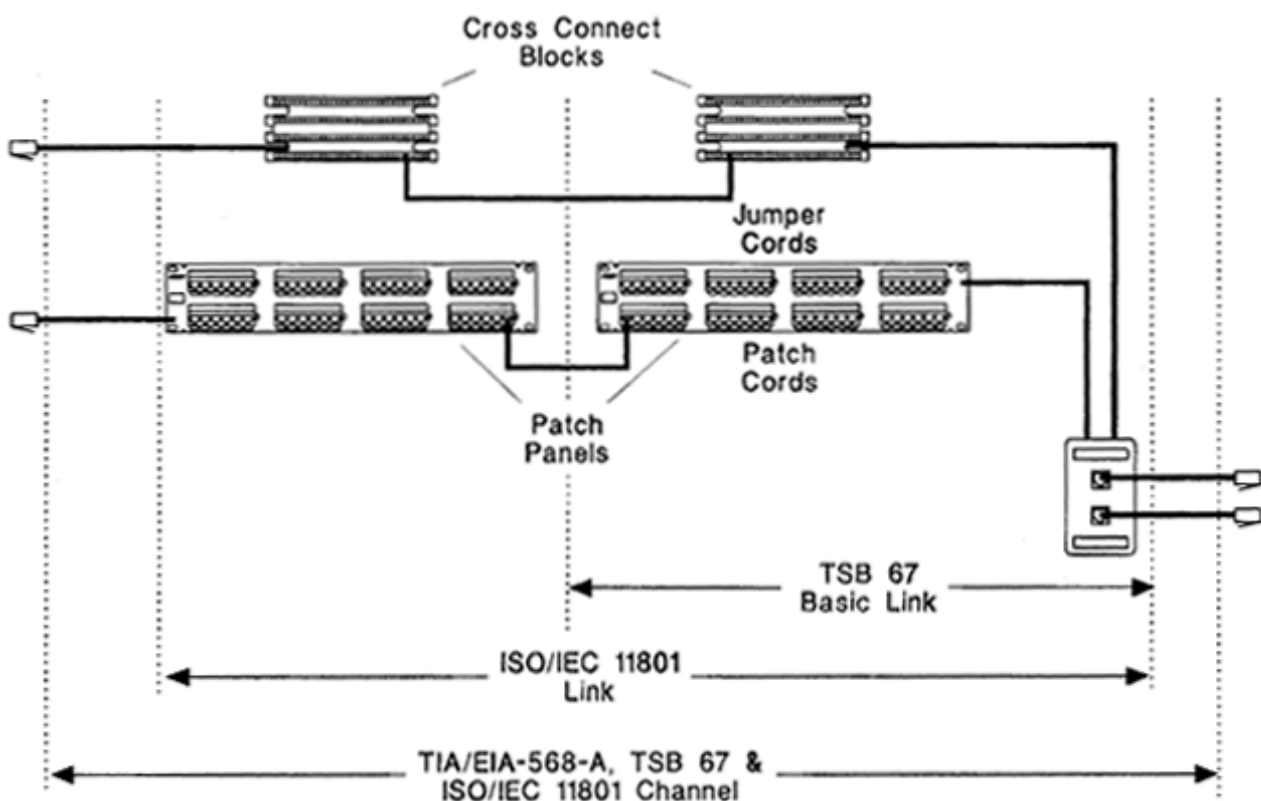
KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEORI

Channel

Channel er den komplette datatransmissionsvej. Det vil sige, at patchkabler samt dropkabler er med i målingen. Det betyder, at hvis der er forbindelsesled i installationen, så skal disse også måles med.



Her ses forholdet mellem Link og Channel.



KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEORI

KABLING AF DATAANLÆG, MEGAHERTZ

Megahertz/Megabit

Der er tit store diskussioner om Megabit eller Megahertz. Udtrykkene bruges i flæng, og de fleste siger, at de to værdier er ens. Men vi kan prøve at se på nogle konkrete eksempler, som i hvert fald viser, at de bestemt ikke er ens.

Lad os se på hvad der kan sendes i et CAT 5 kabel.

Network	Cable Pairs	Full Duplex	Line Code	Minimum Signal Bandwidth	Coding Levels	Cabling Category
10BASE-T	2	No	Manchester	10 MHz	2	3
100BASE-TX	2	No	MLT-3	31.25 MHz	3	5
155 Mbps ATM	2	Yes	NRZ	77.5 MHz	2	5
1000BASE-T	4	Yes	TX/T2	62.5 MHz	5	5?

Her kan vi se, at man kan sende op til en Gigabit per sekund, hvis vi bruger alle fire par. Holder vi os til to par, må vi nøjes med 155 Mbp/s, som ATM tilbyder. Det man skal se på, er altså ikke antallet af bits som kan sendes gennem kablet, men det minimum af båndbredde som skal til. En 10 BASE-T installation kræver en båndbredde på 10 MHz, en 100 BASE-TX kræver kun 31,25 MHz i båndbredde. Dette skyldes kodningsmetoden. Manchester-kodning (som før i tiden blev brugt til lagring af data i båndoptagere) bruger kun to niveauer. Er der tale om 100 BASE-TX bruges der en MLT-3 kodningsform, som koder i tre niveauer. Det betyder, at den krævede båndbredde kun er 31,25 MHz. På tilsvarende måde når der skal sendes 1000 BASE-T, bliver der sendt 250 Mbit per par og ved at bruge TX/TX kodningsformen, skal der kun 62,5MHz til.

For at kunne sende data gennem et kabel kræves der en ACR dæmpning til krydstale i forholdet 8 til 10 dB. Med et CAT 5 kabel har vi et reelt brugbart område på ca. 80 MHz, men 155 Mbp/s ATM er kun oppe at bruge 77,5 MHz , og derfor er der her ingen problemer.

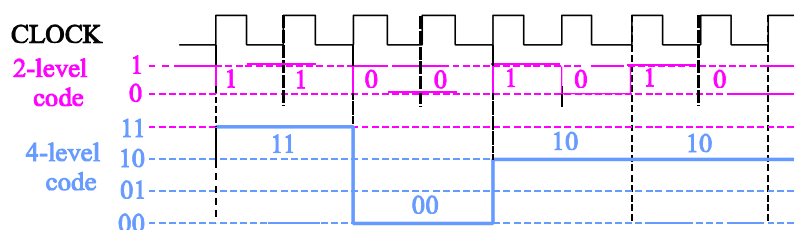
Man kan også se, at med disse høje hastigheder kan der ikke presses mere ind i kablet. Eneste mulighed herfor er at opfinde en endnu bedre kodningsmetode. Kodningsmetoden er også grunden til, at vi kan få 56 kbit data overført gennem en normal telefonlinie.

Kodning i kabler

Når der skal overføres data i et kabel, er der mange metoder, der kan bruges. I de første systemer brugte man altid to niveauer; en bit til at overføre digital "0" og en til at overføre digital "1". Dette kaldes også for 2. level kodning.

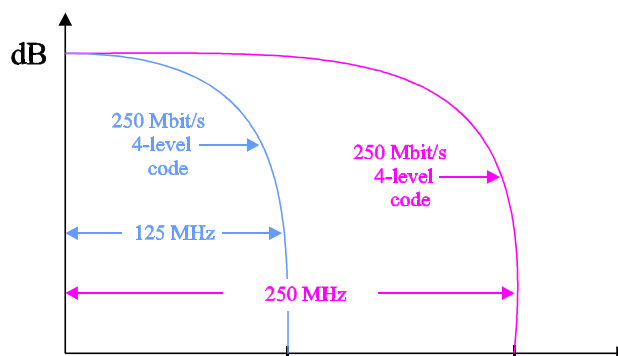
Når der skal presses mere gennem et kabel, har man bl.a. indført, at man kan køre med flere niveauer eller levels. Når vi ser på 1000 BASET, er det en 5 bits kodning, som er blevet vedtaget.

Her benyttes 5. level kodning. Det betyder, at der er hele 5 niveauer til rådighed i modsætning til før med kun to niveauer.



Dette billede viser, hvor meget båndbredde der skal til for at flytte nogle data. Clock viser de data, som skal flyttes. Ved to level kodninger kræves der en tidsenhed eller skift for at flytte en databit. Hvis vi derimod bruger 4 level, kan vi overføre 2 bits ved hvert skift. Det betyder, at der skal halvt så mange skift til for at overføre samme antal bits. - Det betyder, at kablet kun skal kunne klare den halve båndbredde.

KABLING AF DATAANLÆG, MEGAHERTZ



Her kan vi se, at hvis vi bruger 2. level kodning skal der 150 MHz til, og bruger vi 4. level kodning, skal der kun 125 MHz til.

Det 5. level i et TX/T2 system bruges til at sende korrektionsbits gennem med. Der benyttes Trellis og Viterbi kodning, som gør, at man forøger signal støj forholdet med ca. 6 dB. Dette betyder, at signaler ikke er mere støjfølsomme end et level 3 system.

Hvordan får vi så 1000 Mbit gennem et 100 MHz kabel?

Vi starter med at bruge en båndbredde på i alt 62,5 MHz. Ved at bruge 5 niveauer får vi to bits per Hertz gennem kablet.

Det giver $2 \times 62,5 = 125$ Mbit

Derefter bruger vi alle fire.

Det giver $4 \times 125 = 500$ Mbit

Til sidst kører vi begge veje på samme tid (fuld duplex drift i kablet)

Det giver $2 \times 500 = 1000$ Mbit eller 1 Gbit

Det vil sige 500 Mbit den ene vej, og samtidig 500 Mbit den anden vej.

Dette betyder, at der er fuld duplex i driftkablet, men forbrugeren oplever det ikke som sådan.

Dette stiller meget store krav til terminering af udstyret og gør det kostbart.

Hvis vi derimod vælger at køre med CAT 6 kabel (en klasse E installation), stilles der ikke så store krav.

KABLING AF DATAANLÆG, MEGAHERTZ

Hvilken teststandard skal jeg vælge?

Det er så nemt at sige, at installationen skal testes eller godkendes, men hvad skal der testes for, hvilken standard skal der vælges, og hvordan skal testen udføres?

For kunden:

Vi skal teste installationen efter de specifikationer, som kunden ønsker. Her kan der vælges mellem en netværksstandard f.eks. 100BASETx, eller en kabel standard CAT 5E.

Kunden ønsker den bedste test, eller den test som klarer mest og giver kunden størst mulig valgfrihed.

For installatøren:

Når installationen er færdig, skal den testes, for at vi kan vise kunden, at vi har leveret den bestilte vare. Her skal vi teste det, vi har lavet; det vil sige jo bedre installation jo mere omfattende test. Der skal testes efter en anerkendt standard, der skal bruges en anerkendt testmetode, og vi skal dokumentere løsningen samt måle proceduren.

Hvilken standard skal vi så vælge?

Der er i dag fire standardiseringsorganisationer.

ISO- International Standards Organisation

ANSI -American Standards Institute.

Cenelec -Comité Européen de Normalisation Electro-technique.

IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers.



Det bliver faktisk mere besværligt, da ISO, ANSI og Cenelec har forskellige versioner og er igang med en harmonisering.

Så når der vælges, skal ikke kun den enkelte standard, men også den tilhørende revision vælges.

Det er ikke anbefalelsesværdigt at vælge en IEEE standard, da denne kun kan bruges sammen med en bestemt netværksstandard. Er det f.eks. 100 BASETx man tester efter, bliver kun to par testet, da det kun er to par, der bruges. Er det f.eks. 10 BASET, bliver der kun testet op til 10 MHz.

ANSI

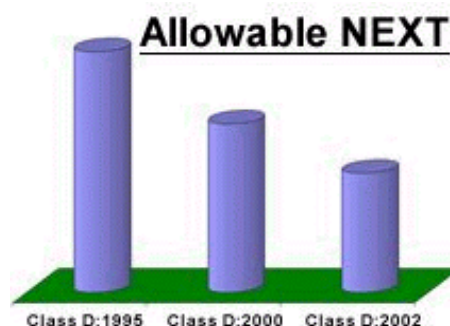
ANSI har udgivet TIA/EIA-568 familien

ISO/IEC har udgivet 11801:2002 Information Technology Generic Cabling for Customer Premises. Amendment (tilføjelse) 1:2008.

Cenelic EN50173:2007 Information Technology for Generic Cabling Systems.

Det skal bemærkes, at der nu udføres løbende forbedringer, så man skal have dato med.

Hermed et eksempel på den udvikling som NEXT har gennemgået.



Vælges der en class D, kan vi se at mængden af krydstale mindskes løbende.

KABLING AF DATAANLÆG, VALG AF TEST

	ISO/IEC 11801:2002	EN50173: 1:2007	ANSI/TIA/ EIA-568-B
Wiremap	👍	👍	👍
Length	Ikke krævet	Ikke krævet	👍
Attenuation	👍	👍	👍
NEXT	👍	👍	👍
PSNEXT	👍	👍	👍
ELFEXT	👍	👍	👍
PSELFEXT	👍	👍	👍
Return Loss	👍	👍	👍
ACR	👍	👍	Ikke krævet
PS ACR	👍	👍	Ikke krævet
Propagation Delay	👍	👍	👍
Delay Scew	👍	👍	👍
d.c. modstand	👍	👍	Ikke krævet

KABLING AF DATAANLÆG, VALG AF TEST

Her er så nogle forskellige testeksempler.

TIA CAT 5e Perm Link

Cable Type	nvp	Imped. limit Ω	Wire Map Required	Res. Ω	length Max	Delay Skew nS	Prop. Delay nS	Freq MHz	next dB	attn dB	RL dB	acr dB	elfext dB	PS next dB	PS acr dB	PS elfext dB
UTP 100 Ω Cat 5e	69	NA	12345678S 12345678	N/A	90m 295ft	<45	<498	1.0 4.0 8.0 10.0 16.0 20.0 25.0 31.25 62.5 100.0	60.0 54.8 50.0 48.5 45.2 43.7 42.1 40.5 35.7 32.3	3.0 3.9 5.7 6.2 7.9 8.9 10.0 11.2 16.2 21.0	19.0 19.0 19.0 19.0 19.0 19.0 18.0 17.1 14.1 12.0	57.0 50.9 44.5 42.3 34.5 34.8 30.7 32.6 22.7 18.6	58.6 46.6 40.6 38.6 34.5 32.6 30.7 28.7 22.7 18.6	57.0 51.8 47.0 45.5 42.2 40.7 39.1 37.5 32.7 29.3	54.9 47.9 41.5 39.3 34.3 31.8 29.1 26.3 16.4 8.3	55.6 43.6 37.6 35.6 31.5 29.6 27.7 25.7 19.7 15.6

NOTE:
All limits derived from TIA/EIA -568B specifications.

Man kan her se, at channelkravet til f.eks. NEXT er noget lavere en linkkravet.

TIA CAT 5e Channel

Cable Type	nvp	Imped. Limit Ω	Wire Map Required	Res. Ω	length Max	Delay Skew nS	Prop. Delay nS	Freq MHz	next dB	attn dB	RL dB	acr dB	elfext dB	PS next dB	PS acr dB	PS elfext dB
UTP 100 Ω Cat 5	69	NA	12345678S 12345678	N/A	100m 328ft	<50	<555	1.0 4.0 8.0 10.0 16.0 20.0 25.0 31.25 62.5 100.0	60.0 53.6 48.6 47.0 43.6 42.0 40.4 38.7 33.6 30.1	3.0 4.5 6.3 7.1 9.1 10.2 11.4 12.9 18.6 24.0	17.0 17.0 17.0 17.0 17.0 16.0 15.1 12.1 10.0	57.0 49.1 42.3 39.3 34.5 31.8 28.9 25.9 21.5 17.4	57.4 45.3 39.3 37.4 33.3 31.4 29.4 27.5 21.5 17.4	57.0 50.6 45.6 44.0 40.6 39.0 37.4 35.7 30.6 27.1	54.0 46.1 39.3 36.9 31.5 28.8 25.9 22.9 12.0 3.1	54.4 42.4 36.3 34.4 30.3 28.4 26.4 24.5 18.5 14.4

NOTE:
All limits derived from TIA/EIA -568-A addendum #5 and TIA/EIA 568-B. There were no changes in requirements for the Channel between addendum 5 and 568-B.

100BASE-TX

Cable Type	nvp	Imped. limit Ω	Wire Map Required	Res. Ω	length Max	Delay Skew nS	Prop. Delay nS	Freq MHz	next dB	attn dB	RL dB	acr dB	elfext dB	PS next dB	PS acr dB	PS elfext dB
UTP 100 Ω Cat 5	69	90-110	12345678S 123 6	N/A	100m 328ft	N/A	N/A	1.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 16.0 20.0 40.0 60.0 80.0	51.0 46.6 42.0 39.4 37.6 36.1 34.9 33.0 31.6 27.0 24.4 22.6		N/A	48.5 44.1 39.5 36.9 35.0 33.6 32.4 30.5 29.1 24.5 21.9 20.0	N/A	N/A	N/A	N/A
ScTP 100 Ω Cat 5	69	90-110	12345678S 123 6 S													
STP 150 Ω	78	130-170	12345678S 3456 S													

NOTE:
All limits derived from 100Base-TX P802.3DU
NEXT and ACR are measured to 80MHz with limits derived from interpolation from specified limits.
Attenuation is a single point (16.0MHz) measurement.

Er der tale om en IEEE 802.3 100BASE -TX standard, måles der kun op til 80 MHz og kun NEXT samt ACR.

Der måles kun på to par.

KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

ISO/IEC 11801 Cabling for customer premises

Sidste standard vedtaget den 2002 med tilføjelser i 20008.

Kabellængder

Den maksimale kabellængde for den horisontale kabling er 100 meter.

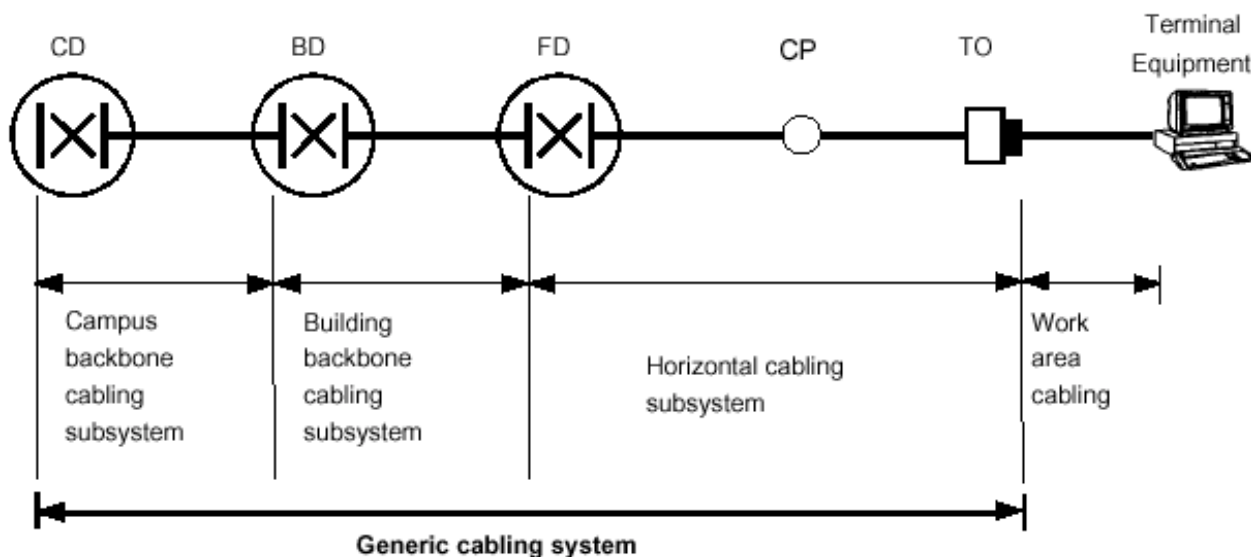
Den maksimale kabellængde for den horisontale bygningsbackbone samt campusbackbone er 2000m.

Krav til krydsfelter

Der skal placeres mindst et krydsfelt på hver etage i en bygning. Er der enkelte etager på over 1000 m², skal der placeres et yderligere for hver påbegyndt 1000 m². Er der rum, som ikke indeholder mange udtag, er det tilladt at bruge krydsfeltet fra en anden etage.

Installationen skal opbygges som en stjerne/udvidet stjerneinstallation. Det vil sige et hovedkrydsfelt samt et antal underkrydsfelter.

Kablingsystemer generelt



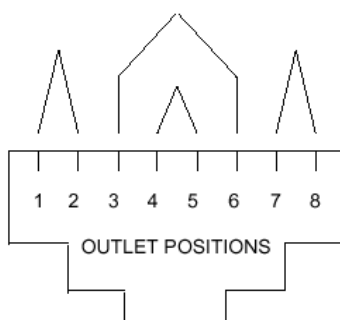
CD	Campus distributor
BD	Building distributor
FD	Floor distributor
CP	Consolidation point
TO	Telekommunikations outlet

Arbejdspladsudtag

Ved arbejdspladsudtaget skal følgende krav opfyldes:

- Det skal tilstræbes, at dropkabel længden bliver så kort som mulig.
- Der skal være mindst to udtag.
- Det ene udtag skal indeholde 4stk. balancerede par. Det skal være et RJ-45 udtag.
- Det andet udtag kan enten være et kobberudtag som før eller et fiberudtag.
- Der skal ved udtaget være en permanent mærkning således, at identifikation af udtaget ikke kan forveksles.
- Skal der benyttes baluns, skal disse være eksterne.
- Det er tilladt at benytte kobberkabler, som kun indeholder to par. Men det skal understreges, at der vil så være en del applikationer, som ikke understøttes.

Stikket der monteres, skal overholde følgende monteringsmetode.



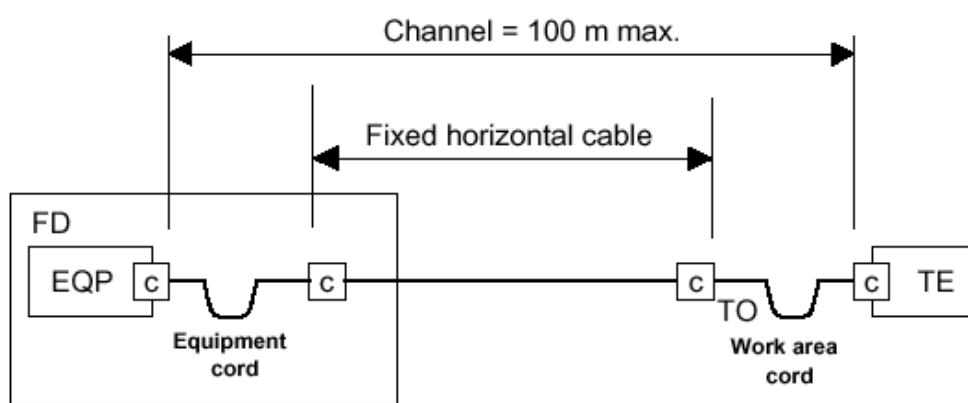
KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

Den horizontale kabling

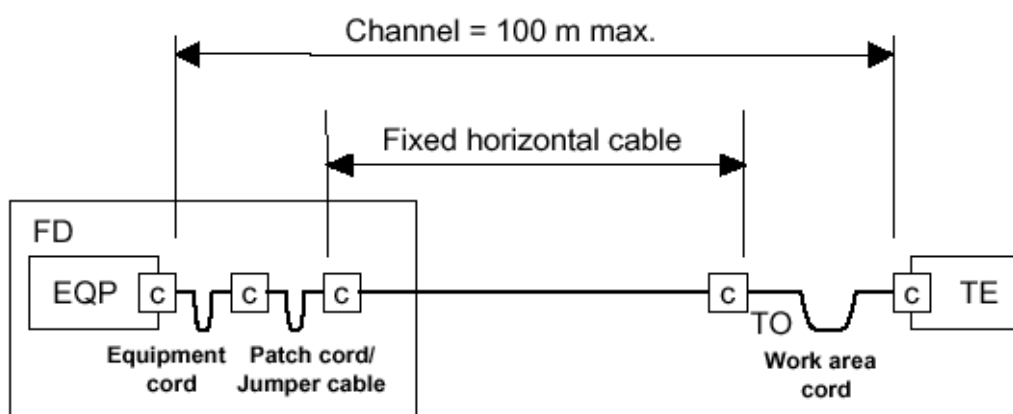
Der er defineret flere modeller til udførelse af den horizontale kabling.

Interkonnekt TO model terminal outlet.

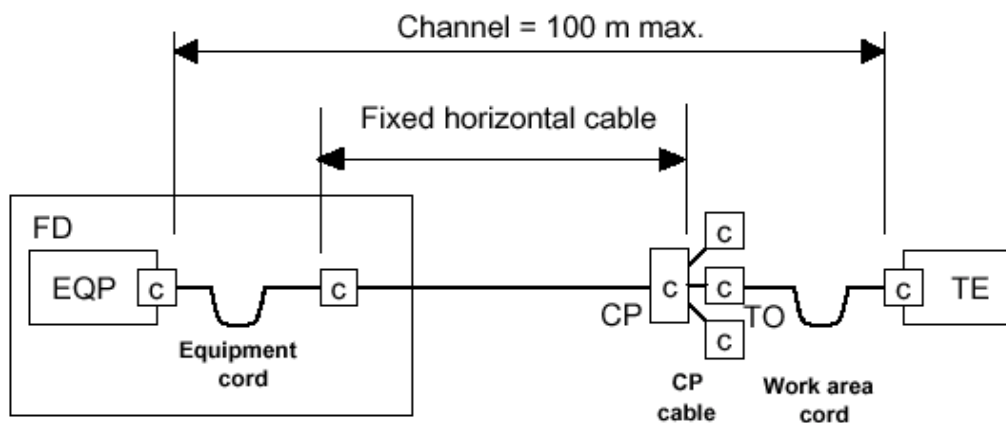
Her ses krydsfeltet til venstre, den faste installation, og til højre vægudtag med udstyr.



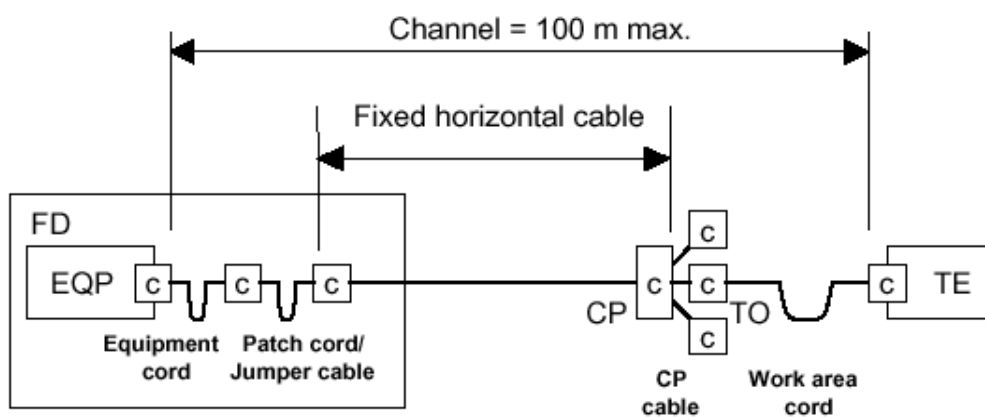
Cross konnekt TO model terminal outlet med patchfelt i krydsfelt.



KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

Interconnect CP-TO model


Modellen hvor der er et underfordelingspanel ved arbejdspladsen.

Crosskonnekt CP-TO model


I modellen her er der et koblingspunkt i krydsfeltet samt et fordelingspanel ved arbejdspladsen.

KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

Kabel typer

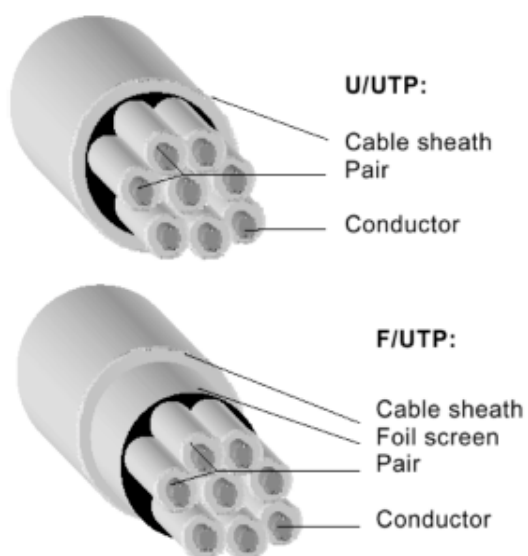
Acrononymer for kabler.

xx/xxx

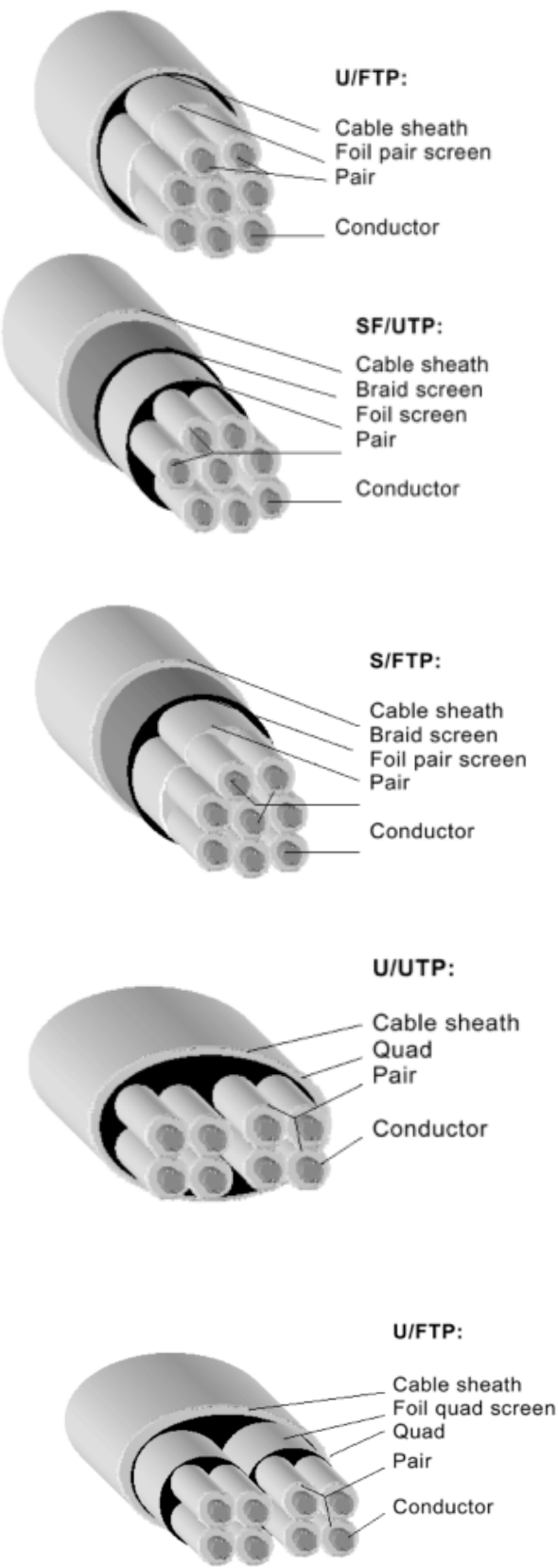
Første 2 x hovedskærm
 F- folieskærm
 S-fletskærm
 SF- folie- og fletskærm.

3 x U uskærmet
 F- folieskærmet

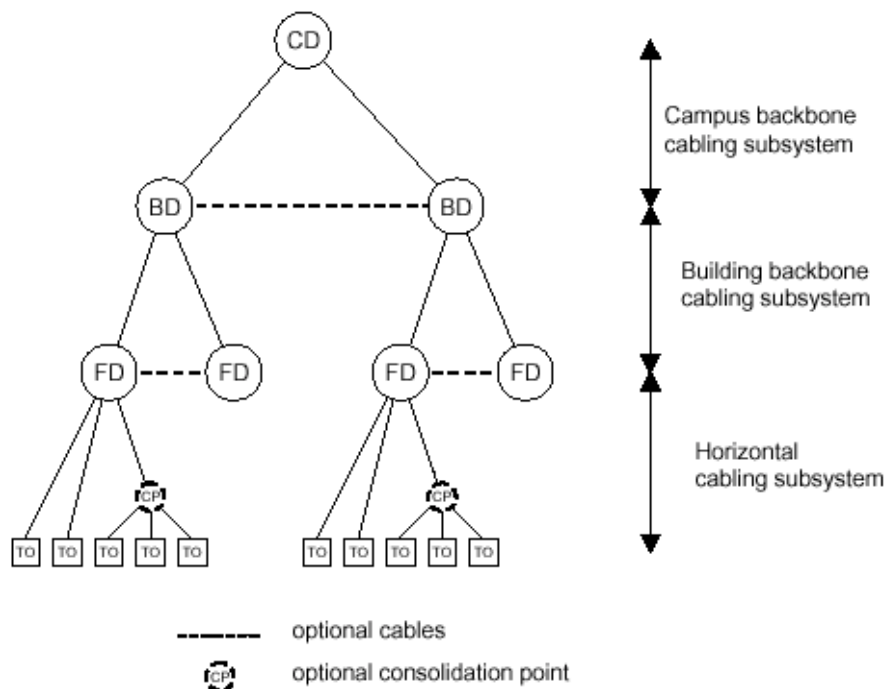
4 og 5 x TP for twisted pair.



KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801



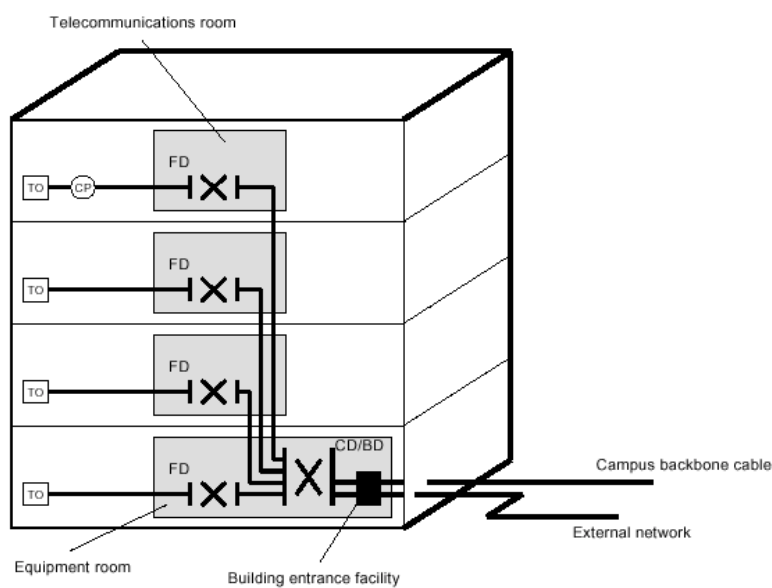
Opbygningen af installationen



BD er hovedkrydsfeltet og FD er underkrydsfelter.

Dette kaldes for en extended star eller udvidet stjerne.

Praktisk installation i en bygning



KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

Kabelklassificering

Klassificering af balancerede kabler.

Klasse A op til 100KHz

Klasse B op til 1 MHz

Klasse C op til 16 MHz

Klasse D op til 100 MHz

Klasse E op til 250 MHz

Klasse F op til 600 MHz

Permanente installationer der udføres, skal mindst opfylde kravet til klasse D.

KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

Hvilke par bruges i hvilke installationer

Application	Pins 1 & 2	Pins 3 & 6	Pins 4 & 5	Pins 7 & 8
PBX	Class A ^a	Class A ^a	Class A	Class A ^a
X.21		Class A	Class A	
V.11		Class A	Class A	
S0-Bus (extended)	^b	Class B	Class B	^b
S0 Point-to-Point	^b	Class B	Class B	^b
S1/S2	Class B	^c	Class B	^b
CSMA/CD 1BASE5	Class B	Class B		
CSMA/CD 10BASE-T	Class C	Class C		
Token Ring 4 Mbit/s		Class C	Class C	
ISLAN	Class C	Class C		^b
Demand Priority	Class C	Class C	Class C	Class C
ATM-25 Category 3	Class C			Class C
ATM-51 Category 3	Class C			Class C
ATM -155 Category 3	Class C			Class C
Token Ring 16 Mbit/s		Class D	Class D	
TP-PMD	Class D			Class D
ATM-155 Category 5	Class D			Class D
CSMA/CD 100BASE-T4	Class C	Class C	Class C	Class C
CSMA/CD 100BASE-T2	Class C	Class C		
CSMA/CD 100BASE-TX	Class D	Class D		
Token Ring 100 Mbit/s		Class D	Class D	
CSMA/CD 1000BASE-T	Class D	Class D	Class D	Class D

a - afhængig af producent

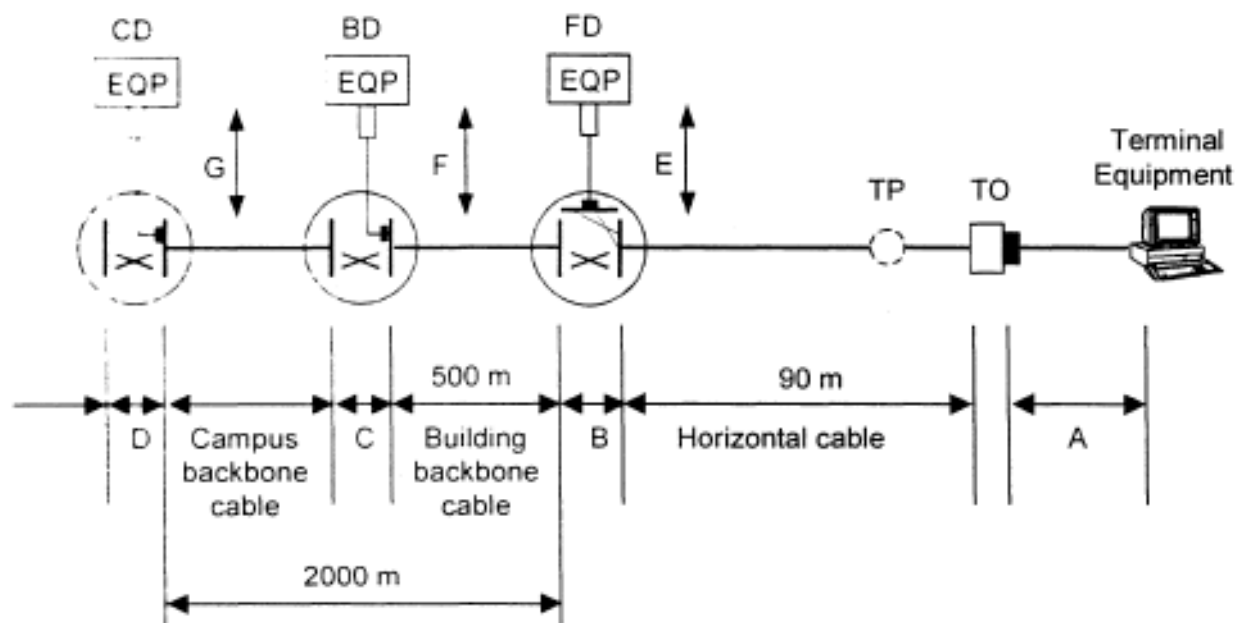
b - kan indeholde forsyning

c - specielle krav vedrørende skærm.

KABLING AF DATAANLÆG, ISO11801

DS/EN 50173-1:2007

Installationsdefinitioner i henhold til DS/EN 50173.

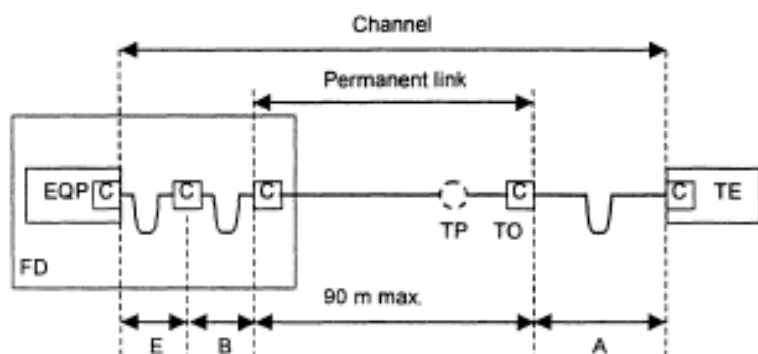


C, D = 20 m
 F, G = 30 m
 A, B, E see Figure 7
 EQP application specific equipment
 TP Transition Point
 NOTE All lengths are mechanical

Gengivet med tilladelse fra IEC

Man skal huske, at dette IKKE kun gælder data men også andre installationer.

Løsning 1



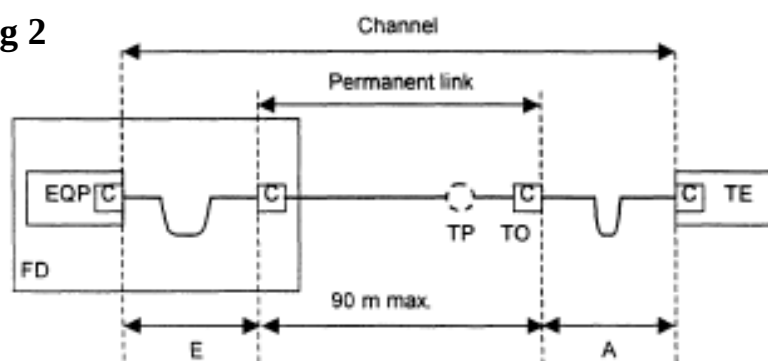
$$A+B+E = 9 \text{ m max.}$$

a) Balanced copper horizontal cabling (with crossconnect)

En løsning med to patchkabler i krydsfeltet (ikke til data).

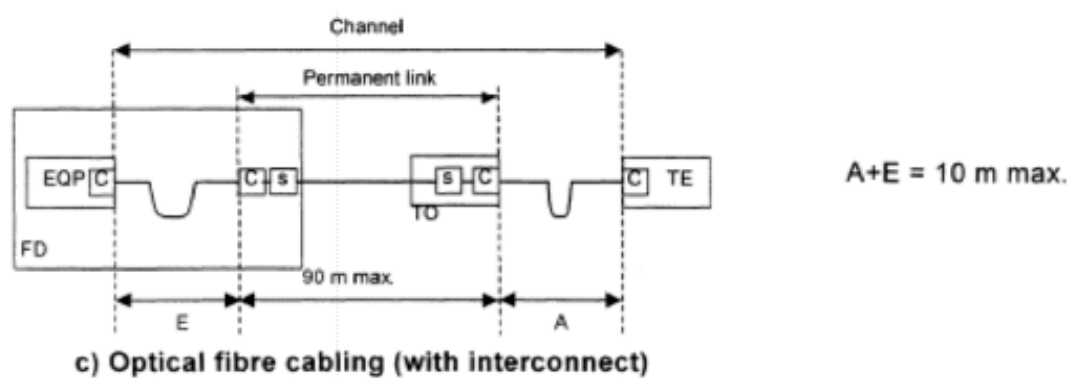
Gengivet med tilladelse fra IEC

Løsning 2



$$A+E = 10 \text{ m max.}$$

b) Balanced copper horizontal cabling (with interconnect)

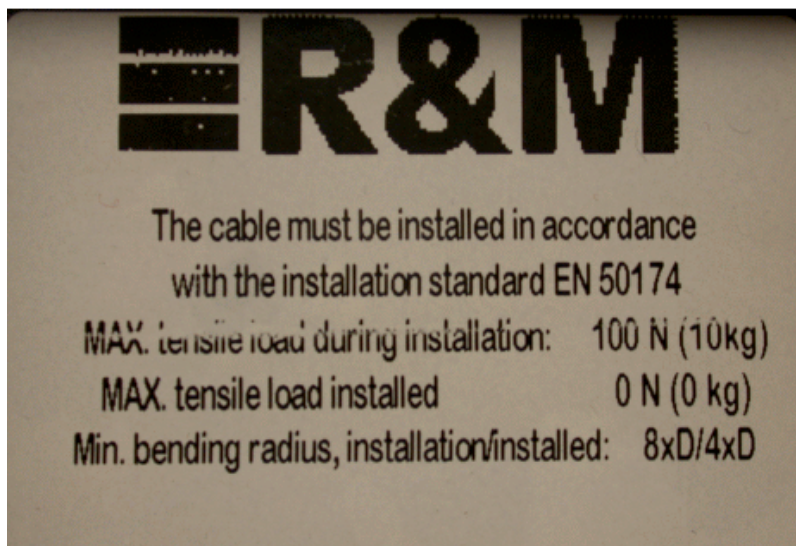
Løsning 3

Gengivet med tilladelse fra IEC

Dette er fiberløsningen.

EN 50174-2

Informationsteknologi kabelinstallation Del 2. Det skal lige bemærkes, at udover kunden kan evt. fabrikanter stille krav om overholdelse af normen.



Normen indeholder blandt andet:

- Installationsplanlægning og praksis i bygninger
- Respektafstande

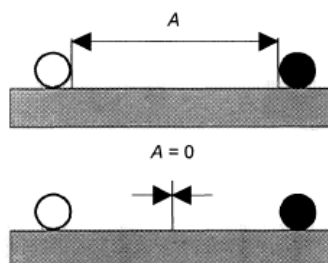
KABLING AF DATAANLÆG, DS/EN 50173 OG 50174

Følgende respekt afstande skal overholdes i henhold til DS/EN50174-2.

Type af installation	Uden adskiller, eller plastikadskiller	Med aluminiums-adskiller	Med ståladskiller
Uskærmet effekt-kabel / uskærmet IT kabel	200 mm	100 mm	50 mm
Uskærmet effekt-kabel / skærmet IT kabel	50 mm	20 mm	5 mm
Skærmet effektkabel / uskærmet IT kabel	30 mm	10 mm	2 mm
Skærmet effektkabel / skærmet IT kabel	0 mm	0 mm	0 mm

Udlægning af kabler

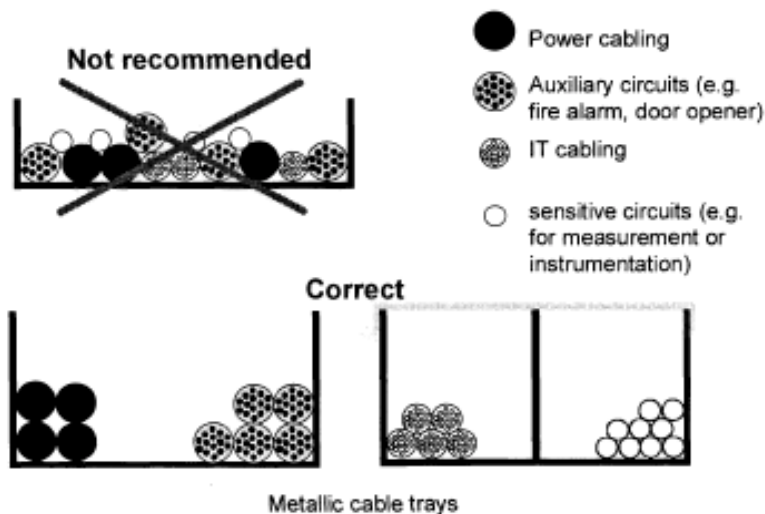
Afstanden mellem kabler kan mindskes ved brug af en adskiller (skillevæg).



Gengivet med tilladelse fra IEC

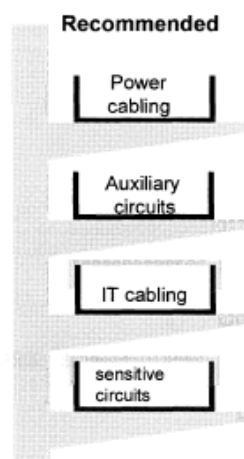
Kabler der fører data og forsyning, må ikke blandes (anbefaling). Er der tale om kabelkanaler, skal stærk- og svagstrøm holdes adskilt.

Afstanden kan mindskes ved at brug et skillestykke.

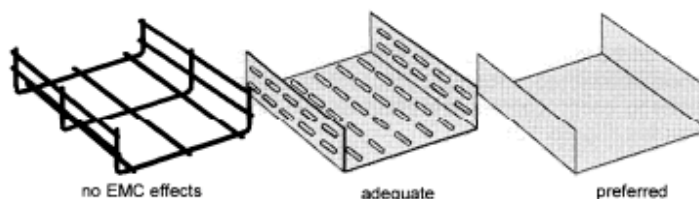


KABLING AF DATAANLÆG, DS/EN 50173 OG 50174

Den bedste løsning er dog separate kabelbakker eller kabelkanaler.

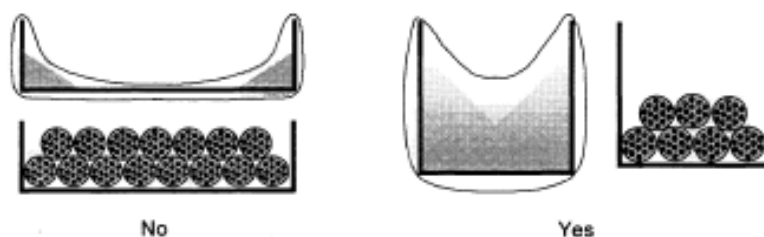


Valg af kabelbakke/kabelstige har stor betydning.



Her kan man se, at en kabelstige INGEN EMC betydning har. En kabelbakke med huller er i orden, men en uden huller er at foretrække, da den giver den bedste beskyttelse.

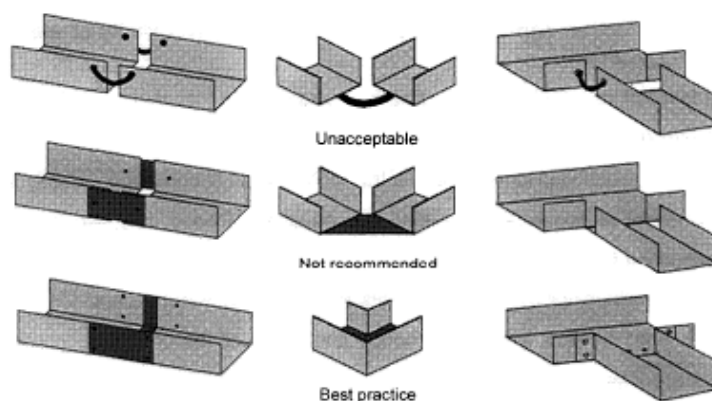
Bakkens udformning har også betydning.



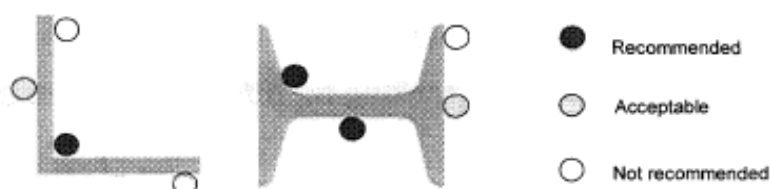
Høje væge giver en bedre beskyttelse end lave. Derfor er bakken til højre at foretrække.

KABLING AF DATAANLÆG, DS/EN 50173 OG 50174

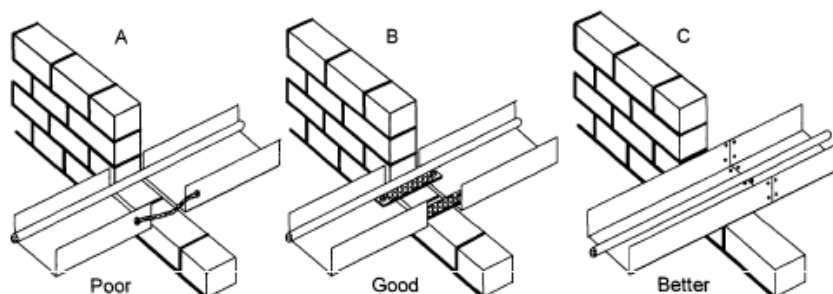
Man er også nødt til at tænke på, hvordan samlinger, hjørner osv. udføres. Husk, at samlinger skal være lukket og komplette.



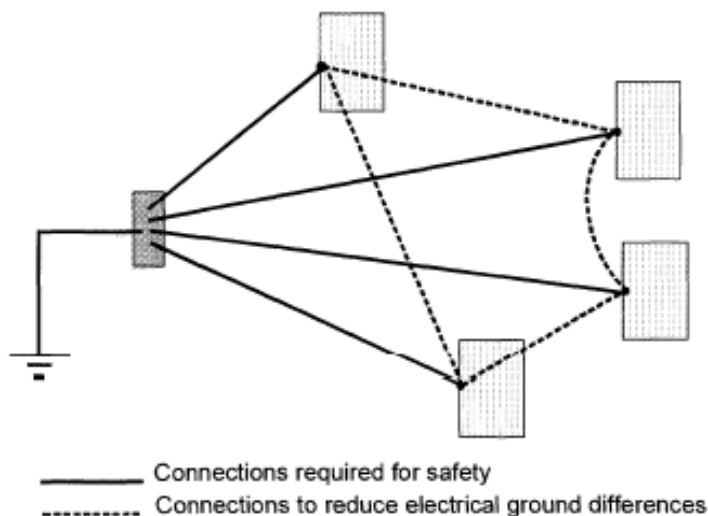
Er der tale om føring på bjælker, skal man tænke på ind- og udstråling.



Skal der udføres en murgennemføring, er det en fordel, at der ikke er afbrydelser i installationskanalen.

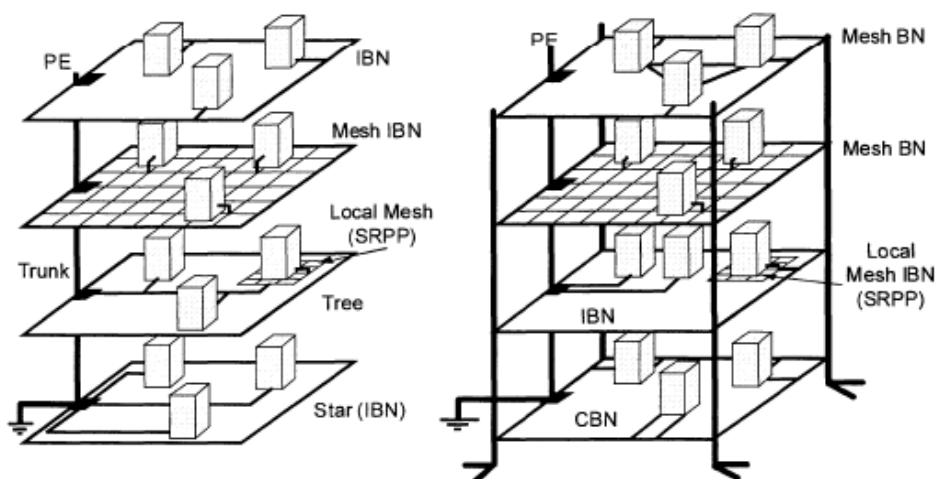


Jording



De fuldt optrukne streger, skyldes hensynet til den elektriske sikkerhed. De stiplede skyldes hensynet til spændingsforskelle.

Ud over den normale stjernebaserede udligning anbefales det, at der etableres et stort antal ekstra udligningsforbindelser.



Gengivet med tilladelse fra IEC

Her ses to løsninger , hvor løsningen til højre yder en bedre beskyttelse.

KABLING AF DATAANLÆG, DS/EN 50173 OG 50174

EN 50346

Test af installeret kabling; kobber- samt fiberinstallationer.

Dokumentet omhandler test af installationer, som er installeret efter DS/EN 50173-

Skal der udføres installationer i statslige virksomheder, er det et krav, at DS/EN 50173 overholdes. Heri står der, at målinger af installationen skal udføres efter EN 50346, så selv om den ikke er vedtaget, er det et godt udgangspunkt at arbejde efter. Man kan se, at der er set på de Amerikanske og de internationale standarder. Standarden beskriver målemetoder for både kobber - og fiberinstallationer.

Denne standard definerer kobbertestprocedure for følgende.

- a) Test i henhold til specifikationer.
- b) Test i henhold til en krævende brugsstandard (f.eks. netværk)
- c) Ved fejlfinding.

Testproceduren er ikke velegnet til patch kabler.

Definition af testområde.

Channel:

Dette er den komplette installation; det vil sige hele den faste installation inklusive patch- og dropkabler, dog uden stik i udstyret.

Link:

En link er den faste installation. Dog er inkluderet de stik, som sidder i patchpanel samt vægudtag.

Testmetode:

Der skal benyttes udstyr, der er istand til at kunne eftermåle en installation.

Wiremap:

En oversigt over forbindelser, inkl. evt. skærm
Testmetode.

Der skal være en beskrivelse af testmetoden, således at den kan eftermåles.

Dokumentationen skal i tabelformat angive de målte resultater. Vp faktor skal opgives, for at alle resultater der er afhængig af dette, opgives korrekt.

Propagation Delay:

Forsinkelse opgives i nanosekunder.

Delay skew:

Forskellen i forsinkelsen.

Dæmpning Attenuation:

Dette er ikke den korrekte betegnelse; mere korrekt hedder det insertion loss

Der skal udføres en dæmpningsmåling.

NEXT Near End Cross Talk:

Der skal måles både pair til pair samt powersum.

Der skal udføres NEXT målinger for alle par i begge ender.

Resultater kan opgives i enten tabel format eller grafisk.

ELFEXT Equal Level Far End Crosstalk:

Der skal måles både pair til pair samt powersum.

Der skal udføres ELFEXT målinger for alle par i begge ender.

Resultater kan opgives i enten tabel format eller grafisk.

Attenuation to crosstalk ratio (ACR, pair-to-pair and power sum):

Dette er forskellen mellem NEXT og insertion loss (det brugbare område).

Return Loss:

Resultater kan opgives i enten tabel format eller grafisk.

DC. loop resistance:

DC modstand skal måles.

Krav til testudstyr:

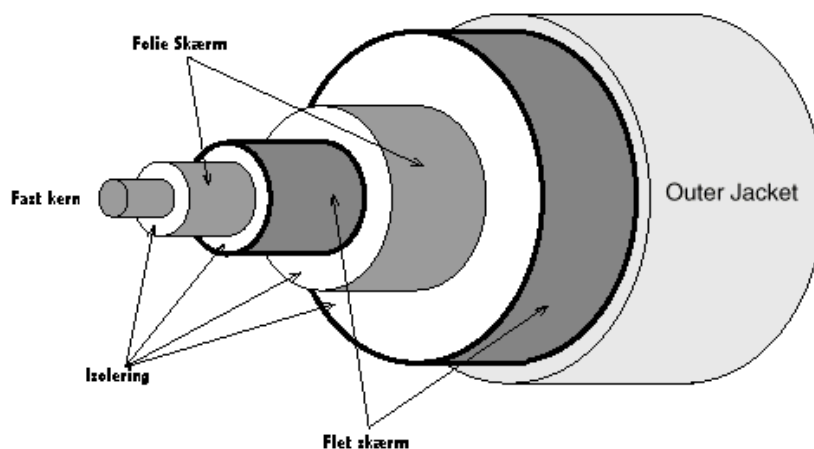
Testudstyr skal være i stand til at måle med en nøjagtighed på 5 % af det ønskede resultat.

Dokumentation

Dokumentation SKAL mindst omfatte følgende.

- a) Parameterbeskrivelse
- b) Beskrivelse af testsystemet
- c) Testudstyr
 - type og fabrikat
 - serie nr. samt kalibreringsstatus
 - kildens spektralbredde
 - retningen der måles.
- d) Interface oplysninger, - type, reference nr., producent.
- e) Målingernes nøjagtighed.
- f) Oplysninger om kablet der testes.
- g) Reference tal.
- h) Test dato.
- i) Relevante miljømæssige oplysninger.
- j) Oplysninger om evt. termineringsmodstande (hvor de kræves).
- k) Hvem der udfører testen.
- l) De målte resultater.
- m) Det krævede resultat.

Coax kabel



Folieskærmen beskytter mod høje frekvenser
Fletskærmen beskytter mod lave frekvenser.

UTP kabel



Unshielded Twisted Pair (UTP)

Parsnoede - uden skærm.

STP kabel



Shielded Twisted Pair (STP)

Parsnoede - uden skærm.



Screened Twisted Pair (ScTP)
or Foil Twisted Pair (FTP)

Her ses et kabel med både folie- og fletskærm

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTYPER

Forskellige kabeltyper

Vejledende skema for forskellige kabeltyper. Disse værdier kan variere fra fabrikant til fabrikant. Det er derfor en meget god ide at rekvirere datablade fra de enkelte fabrikanten.

Kabel type	Vp	Impedans	Konnektor	Beskrivelse
10BASET Cat 3	62	100	RJ45 1,2 - 3,6	Level 3 UTP ethernet
10BASET Cat 4	66	100	RJ45 1,2 - 3,6	Level 4 UTP ethernet
10BASET Cat 5	72	100	RJ45 1,2 - 3,6	Level 4 UTP ethernet
Token Ring Cat 3	60	100	RJ45 3,6 - 4,5	Level 5 UTP Token Ring
Token Ring Cat 4	69	100	RJ45 3,6 - 4,5	Level 5 UTP Token Ring
Token Ring Cat 5	72	100	RJ45 3,6 - 4,5	Level 5 UTP Token Ring
IBM STP	78	150		IBM Type1 STP
10Base5	78	50	BNC	Thick Ethernet Coax
10Base 2	80	50	BNC	Thin Ethernet Coax

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTYPER

Typiske impedanser

Er man ikke sikker på et kables impedans, kan denne vejledende tabel bruges som udgangspunkt.

50 Ohm	75 Ohm	93 Ohm	125 Ohm
RG-4	RG-6/U	RG-7/U	RG-23/U
RG8/U	RG-11/U	RG-22/U	RG-63/U
RG9/U	RG-12/U	RG-62/U	RG-79/U
RG58/U	RG-13/U	RG-71/U	RG-89/U
RG62/U	RG-59/U	RG-111/U	Flad kabel
R8-81	RG-124/U	Twisted pair	Twisted pair
RG-93	RG-140/U		
RG-142B/U	RG-179/U		
RG-225/U	75 OHMS VIDEO		
RG-303B/U			
RG-316/U			
RG-393/U			

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTYPER

Typiske Vp faktorer

Velocity of Propagation = signalhastighed i meter.

Her er Velocity of Propagation delay værdier for forskellige typer af dielektriske media.

Dielektrisk media	Typiske Vp
Chely fyldt	.64
Polyethylene(PIC, PE, SPE)	.66
PTFE (Teflon), eller TFE	.70
Pulp Isolation	.72
Skum eller bobbel skum PE (FPE)	.78
Halv solid PE(SSPE)	.84
Luft	.98

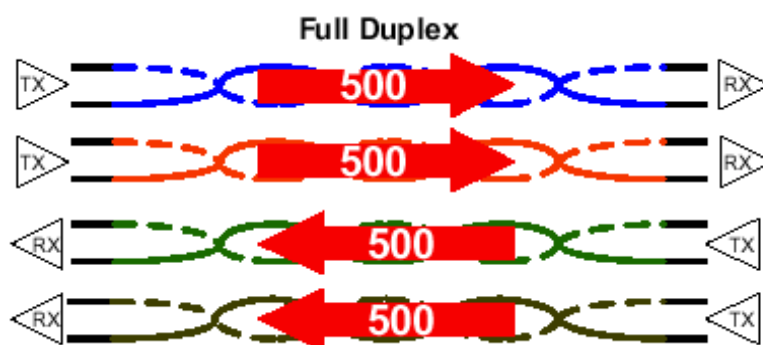
**Valget mellem
CAT 5e og CAT 6**

Med en CAT 5 installation er det muligt at overføre 1 Gbit. Dette er dog forbundet med store problemer.



Kodningsmetoden betyder, at der skal udføres bidirektional overførsel (to vejs). Dette stiller store krav til det tilsluttede udstyr.

Hvis man derimod vælger en CAT 6 installation som udgangspunkt, kan der bruges en nemmere teknik.



Et CAT 5e kabel klarer 100 MHz, CAT 6 250 MHz; det gør det meget lettere at overføre data. Der kan nu overføres 500 Mbit i begge retninger, dog som simplex, som ikke stiller så store krav til elektroniken.

KABLING AF DATAANLÆG, CAT 5E OG CAT 6

Forskellen mellem 1000BASE T og 1000BASE TX

1000 BASE-T	1000BASE-TX
Kører på klasse D installationer	Kører på klasse E installationer
To vejs signaleringsteknik	Fuld duplex signaleringsteknik
Kompleks krydstale modvirkning	Ingen krydstale modvirkning
Kompleks return loss modvirkning	Ingen return loss modvirkning

Det betyder, at det er nemmere at få en 1000BASE-TX installation til at virke end en 1000BASE -T.

Kabler stik osv. bliver ikke så hårdt belastet.

Der er mere overhead til rådighed og mindre følsomhed over for støj.

Alt i alt må man konkludere, at det er bedre at køre 1 Gigabit i en Klasse E installation frem for en Klasse D.

Valg af kabler

At vælge kabel i dag bliver sværere og sværere.

Vi har i dag to typer; Coax, og twisted pair.

Coax bruges typisk til højfrekvens installationer, det vil sige antenneinstallationer og mobiltelefonforsyning til antennemaster. De signaler som bruges skal være ubalancerede, da beskyttelsen er en skærm.

Twisted pair kabler bruges typisk til lavfrekvens installationer, det vil sige op til ca. 1000 MHz.

Twisted pair kabler fås både skærmet og uskærmet. Signaler som sendes skal være balancerede, det vil sige støjundertrykte, da signalernes magnetfelter ophæver hinanden. De enkelte par snoes forskelligt for at fremhæve de balancerede virkninger. Men selv med perfekt snoede kabler vil der være en indstråling og en udstråling. Derfor laves der skærmet twisted pair kabler. Skærmen kan være trådflettet eller folie. De trådflettede skærmer bedst mod lavfrekvent støj og folieskærmen bedst mod højfrekvent støj.

Når frekvensen sættes op i kabler, vil der også være en vis overhøring mellem de enkelte par (NEXT). Dette kan man bremse ved, at man lægger et kors mellem de enkelte par således, at man får mere styr på, hvordan de enkelte par ligger. Man har også mulighed for at skærme de enkelte par. Dette gøres for at beskytte de enkelte par mod hinanden og har således ikke meget betydning for beskyttelse mod støj fra andre kabler.

Til data bruges der nu næsten udelukkende twisted pair kabler.

Minimumskrav til kabler i dag er CAT 5 (minimums krav fra vore standarder). Dette giver hastigheder op til 1000 Mbit (en båndbredde på 100MHz).

CAT 6 testes op til 250 MHz, men i dag er der mulighed for at køre op til 1000 MHz. Altså samme hastighed som ved CAT 5. Men med den måde som man transporterer signaler, bliver belastningen i kablet mindre. Det gør, at netværkskort kan laves simple og resulterer i billigere netkort.

KABLING AF DATAANLÆG, VALG AF KABLER

Når vi skal vælge mellem skærmet og uskærmet kabel, skal vi se på omgivelserne. Er der tale om normale kontorinstallationer, vil uskærmet være et godt valg. Er der derimod tale om industriinstallationer, hvor der ikke er for meget støj, vil STP være passende. Er der tale om installationer, hvor der kan være højfrekvent støj (frekvensomformer osv.) ja så vil en FTP løsning være passende - eventuelt en kombineret STP/FTP løsning, men det bedste vil være en fiberløsning, hvor de enkelte par også er skærmet.

Men man skal huske på, at man aldrig vil kunne forhindre al støj, selv med skærme.

Vælger man en skærmet løsning, skal man huske, at kravene til tætsluttede skærme ved stikket bliver voldsomme, og skærmene er svære at montere. Er installationen udført mangelfuldt, virker installationen som en antenne og dette er faktisk betydeligt værre end en uskærmet løsning.

Er der tale om støj, skal man altid overveje, om ikke en fiberløsning vil være bedre.

Så valget bliver dit.

Normale installationer: UTP kabler CAT 6 (eller 5 hvis økonomien stammer).

Mindre støjfulde installationer: STP løsning CAT 6.

Installationer med lidt højfrekvent støj: STP/FTP løsning CAT 6.

Meget støj: fremtidssikre med fibre.

10 Gigabit i kobber

IEEE har nedsat en gruppe, hvor der forsøges etableret en 10 Gigabit standard i kobber CAT 6 kabler. Til dato har man haft det mål, at man skulle op på en afstand af 50 meter. Forsøg fra bl.a. Krone har nu flyttet grænsen op til 100 meter. På IEEE's sidste samling kunne der fremvises tests af kabler, både løst på gulve samt i kabelkanaler, hvor de 10 Gigabit kunne overføres.

Det forventes, at standarden vil kunne vedtages i juli 2006.

Nye målinger.

Dette har også medført to nye kabelbegreber; **ANEXT** og **AFEXT**

ANEXT

Alien Near End Cross Talk.

Det er den overhøring som opstår, når signaler overføres fra et kabel til et andet kabel. Der er i øjeblikket ikke nogen måde at teste dette på, og udstyret må være noget i retning af to komplette DSP 4xxx testere, som er synkroniseret.

AFEXT

Alien Far End Cross Talk.

Dette er den overhøring som opstår, når signaler har løbet en tur gennem kablet (er blevet dæmpet), og derefter overført til et andet kabel. Igen noget som vil være meget vanskeligt at måle, men det vil få indflydelse på vore installationer.

Disse to begreber må betegnes som nye ord, som vore testere i dag ikke kan måle. Men man skal huske, at når producenter eller leverandører finder nye fejl og fejlkilder, så bliver disse implementeret i næste norm. ANEXT og AFEXT er udsprunget fra et standardiseringsorgan, og man må forvente, at de bliver implementeret ved næste revision. IEEE samarbejder med ISO, for at man kan få fælles fodslag.

KABLING AF DATAANLÆG, 10 GIGABIT KABLING

Hvorfor skal man så vælge en 10 Gigabit kobberløsning?

- Vil være velegnet til den horisontale kabling.
- Bygger på samme principper som 10 BASET, 100 BASETx, og 1000 BASET.
- Nem til viderudvikling af netværkskort.
- Velegnet i krydsfelter.
- Velegnet til servere.
- Velegnet til stacking/trunking løsninger.

Ulemper:

Man skal huske, at der også er ulemper fx rækkevidde, støj, både ind- og udstråling, potentialudligning, aflytning, så fiber har stadig mange fordele.

Krydsfelter

Er der tale om et netværk, hvor man ønsker en struktureret installation, opstår behovet for et krydsfelt hurtigt. Det er her, at den gode installatør af EDB installationer kan vise, hvad han duer til. Mange af de små bambusfirmaer (lokale discount EDB-butikker) leverer en komplet EDB-installation, uden at der er tale om jording, respektafstande, kabelkanaler, og ikke mindst et veldimensioneret krydsfelt. Krydsfeltet skal dimensioneres og installeres på den korrekte måde. Det skal ikke blot passe til den nuværende installation, men også, så vidt det er muligt, fremtidssikres.

Følgende punkter bør overvejes ved etablering af et eller flere krydsfelter:

1. Er der tale om et netværk, der strækker sig over flere etager i en bygning, bør der etableres et krydsfelt på hver etage. Af praktiske hensyn er det smart, hvis disse er placeret over hinanden.
2. Placer krydsfeltet på en sådan måde, at det sidder i centrum af installationen, eller helst der hvor hovedparten af udtage er. Det mindsker mængden af kabler. Sørg for at der er rigeligt med jordtilslutningspunkter, både til krydsfeltet samt til patchpaneler.
3. Vælg et krydsfelt der er tilstrækkeligt stort. Der skal være plads til udvidelser. Er man ikke klar over udvidelsernes omfang, bør der regnes med mindst 25 %.
4. Sørg for, at der er tilstrækkelig plads til køling/-ventilation. Er der tale om meget aktivt udstyr, skal der bruges meget til at forsyne disse; en hurtig switch bruger meget strøm.
5. Vælg en krydsfeltsplacering, hvor der er tilstrækkelig med plads rundt om krydsfeltet.
6. Sørg for at krydsfeltet ikke placeres i nærheden af støjkluder eller kommende støjkluder (kopirum osv.). Sørg for, at kabelgennemføringerne er tilstrækkeligt dimensionerede.

KABLING AF DATAANLÆG, KRYDSFELTER

7. Benyttes der udtrækspatchpaneler, er disse lettere at montere og servicere.
8. Benyt mindre patchpaneler, da disse er mere overskuelige.
9. Det er vigtigt, at man monterer kabler med tilstrækkeligt slæk, for at svingarme og skuffer skal kunne fungere. Der kan evt. være tale om at man skal flytte krydsfeltet i forbindelse med vedligeholdelse. Saml kabelbundterne i krydsfeltets bagerste del. Monter kabler til backbonenettet øverst i krydsfeltet.
10. Sørg for at der er tilstrækkeligt med mellemrum mellem de enkelte patchpaneler, således at der er plads til udvidelser.
11. Monter hylder til det aktive udstyr nederst i krydsfeltet.
12. Sørg for at adskille telefon- og datainstallationen. (fx hver sit patchpanel).
13. Benyt evt. farvekodning/mekanisk sikring til de enkelte installationsområder.
14. Ved jording bør der være en potentialudlignings-skinne, som forsyner alle enheder i krydsfeltet.
15. Potentialudligningspunktet skal have sit eget kabel til et bygningspotentialudligningspunkt.
16. Overhold evt. fabrikantanvisninger vedrørende installation/opsætning.
17. Vær opmærksom på EMC montage, vejledninger og potentialudligningsbeslag osv.
18. Sørg for at kabler til og fra krydsfeltet ikke udsættes for mekaniske påvirkninger.
19. Ved sammenkobling af krydsfelter; brug gerne fiberforbindelser.
20. Stjerne-koblede krydsfelter frem for ringkoblede krydsfelter.

KABLING AF DATAANLÆG, KRYDSFELTER

21. Sørg for at der er redundance på føringsforbindelser mellem krydsfelter.
22. Husk krav vedrørende brand ved kabelgennemføringer.
23. Husk stikkontakter til arbejdslys, målstyr osv.
24. Sørg for at der udføres korrekt og tilstrækkelig dokumentation af krydsfeltet.
25. Er der mere end 90 meter til udtaget, skal der to krydsfelter til.
26. Der bør være min 1 m fri plads foran krydsfeltet.
27. Tag hensyn til støv og statisk elektricitet.
28. Tag hensyn til placering af andre genstande i lokalet (møbler, skabe osv.).

KABLING AF DATAANLÆG, KRYDSFELTER

Testudstyr/kabelfejl

Et netværk består af både hardware og software. Der skal også forskellige typer af værktøjer til for at kunne lave en fornuftig test eller fejlfindning.

Man kan sige, at der er tre områder, hvor man benytter forskellige former for testudstyr.

Set i relation til OSI modellen kan man lave følgende oversigt.

Fejlfindingsværktøj	OSI modellag
Protokolanalyser	Applikationslaget
eller avancerede	Præsentationslaget
managementsystemer.	Sessionslaget
	Transportlaget
	Netværkslaget
Transceiver eller linie monitor	Data Link Laget

Specifikt fysisk værktøj	Fysisk Lag
--------------------------	------------

De oplysninger som man kan hente, stammer fra det pågældende lag.

**Time Domain
Reflektometer**

På det fysiske niveau er det vores TDR (Time Domain Reflektometer), eller puls reflektometer der bruges. Hvor man før i tiden havde store tunge apparater med små fjernsynsskærme, bruger man i dag typisk smarte håndbetjente instrumenter.

Det man kan sige om udstyret generelt er, at det er meget dyrt, og bliver hurtigt teknologisk forældet.

Kabelanalyser eller TDR ligger typisk i prislaget 40.000 til 100.000 kr. Når der så kommer en ny standard, kan man i nogle få tilfælde opgradere firmwaren, men i de fleste tilfælde er der ikke meget at gøre. Firmwaren, altså softwaren i instrumentet, kan typisk opgraderes, men giver som regel ikke mange muligheder for ekstra tests, i forhold til det oprindelige.

CAT 5 installationen

De instrumenter som man har købt til at teste en CAT 5 installation med, kan ikke umiddelbart opgraderes til at kunne teste CAT 5e installationer med. Ved en CAT 5e test er der en del Power Sum målinger, som kræver, at måleudstyret bliver lavet på en anden måde. Hvor man i CAT 5 tester med en udgang og en indgang, skal der nu testes med tre udgange og en indgang.

Målinger på det fysiske lag

Der findes meget udstyr, som kan bruges. Her er nogle eksempler på udstyr, der bør findes i en god servicevogn:

Ohmmeter

Terminator

TDR

Støjmåler

Liniemåler

Højfrekvenssignalgenerator

Kapacitetsmåler

AC Effektmåler.

Ohmmeter

Et ohmmeter bruges til at måle ohmsk gennemgang. Man kan måle om der er kortslutning, om en forbindelse er åben eller om der er placeret en terminator. Før i tiden var ohmmeteret nok det mest udbredte instrument.

Terminator

Løse terminatorer til at segmentere nettet med. Dette kan være en hurtig metode til at få nettet op at køre igen i en fart.

TDR

Det er nok det smarteste værktøj, som man kan få i dag. Med en TDR kan man teste eller gennemmåle de fleste installationer. For at kunne bruge et sådant instrument er det nødvendigt, at man kender kablets

NVP(Nominal Velocity of Propagation faktor). Det er forsinkelsen i forhold til signalet, hvis det blev sendt med lysets hastighed i et vakuum.

Støjmåler

Med en støjmåler er man i stand til at finde frem til det udstyr der udstråler støj, samt med hvilke frekvenser støjen udsendes. Hvis man kan finde frekvensen på den udsendte støj, får man et godt fingerpeg om, hvor støjen kommer fra.

Liniemåler

En liniemåler er et udstyr, der er i stand til at måle om der er gennemgang i flere ledere eller par. Den kan dog som regel ikke vise, om der er benyttet forkert kabeltype, eller om impedansen er forkert.

Højfrekvens-signalgenerator

Med en signalgenerator, som kan leverer højfrekvenser, kan man lave nogle meget gode tests af kabler. Måling af Dæmpning, NEXT osv. er ikke noget problem, men signalgeneratoren er meget besværlig at anvende. Man kan sige, at en TDR løser de samme opgaver, bare på en nemmere måde.

Kapacitetsmåler

En kapacitetsmåling kan bruges til at afsløre, om et kabel er defekt. Hvis en kappe er blevet strukket under installation eller beskadiget på anden måde, vil man typisk se en kapacitetsændring.

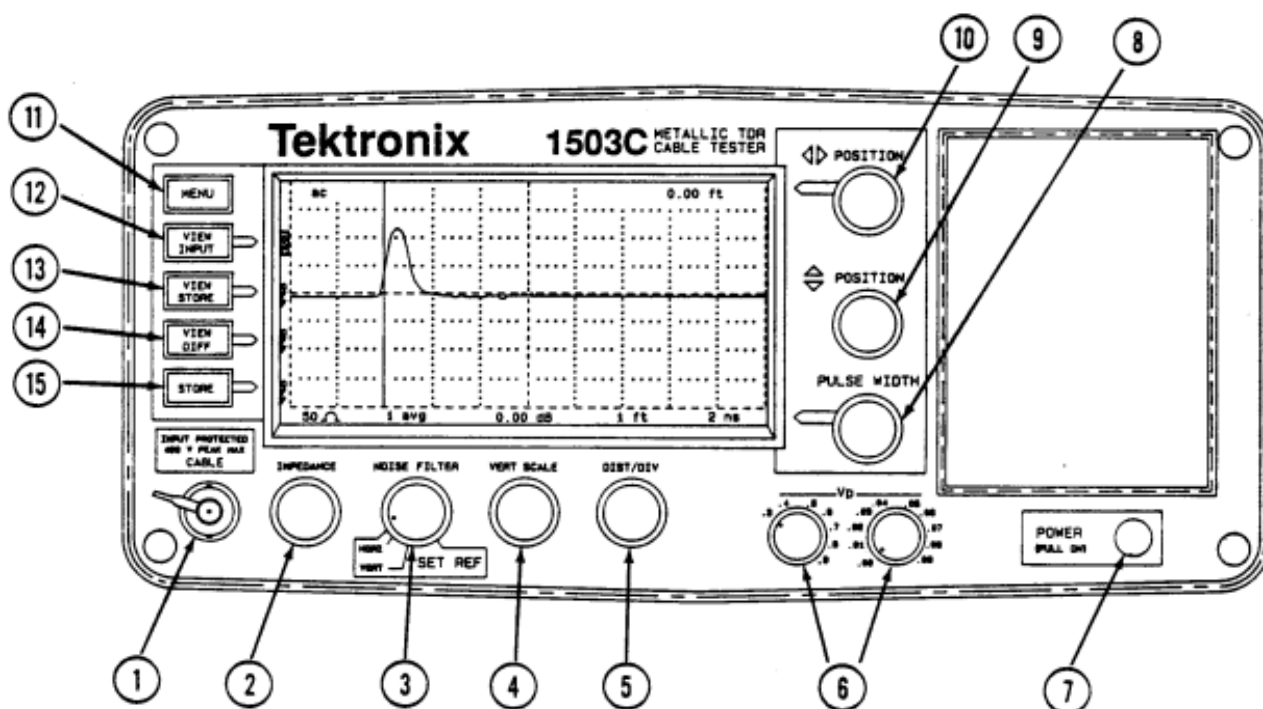
AC Effektmåler

I forbindelse med en højfrekvenssignalgenerator, kan dette instrument bruges til at måle dæmpning, NEXT osv. Man sender et signal med en kendt frekvens og styrke ind i et kabel, og derefter måler man på hvad der kommer ud af den anden ende.

Brug af TDR (Time Domain Reflektometer)

Der findes mange typer af pulsreflektometre, men generelt virker de på samme måde. Ældre instrumenter har en billedskærm med en god opløsning, nyere instrumenter har et LCD-skærm, men med en noget dårligere opløsning.

For at få korrekte målinger er det nødvendigt at alle knapper stilles korrekt. Her en hurtig gennemgang af Tektronix 1503C.



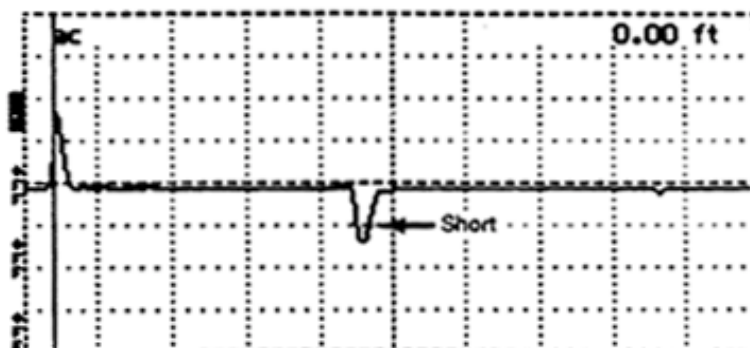
KABLING AF DATAANLÆG, TESTUDSTYR

Inden man går i gang med instrumentet, skal men lige løbe disse knapper igennem.

Man skal være opmærksom på, at hvis f.eks. Vp faktoren er indstillet forkert, vil det resultere i at længdemålingen bliver forkert.

Funktionstaster og tilslutninger for Tektronix 1503C	
1	BNC kabeltilslutning. Med instrumentet følger diverse overgangsstykker.
2	Impedans- Her stilles impedancen, typisk 50 Ohm.
3	Støjfilter. Bruges til at fjerne støj fra kablet under måling. Skalaen går fra 1 til 128. Er der kun lidt støj, stilles knappen på et lavt tal. Er der meget støj, stilles knappen på et højere tal. Bemærk, at instrumentet arbejder langsommere ved høje tal. (35 sekunder ved 128).
4	Vertikal skale i dB. Bestemmer hvor stort udgangssignalet skal være. Sættes typisk til mellem 30- 35dB.
5	Dist/Div Den horisontale opløsning. Altså hvor mange meter per tern der er.
6	Vp Velocity of Propagation; kablets forsinkelsesfaktor (bremsning i forhold til lysets hastighed).
7	Power. Tænd sluk knappen.
8	Puls Width. Bredden på den puls som instrumentet sender. Skal være hurtig for korte kabler og længere ved lange kabler. Prøv med 10 ns.
9	Den lodrette position.
10	Position ude på kablet.
11	MENU tasten giver adgang til mange indbyggede funktioner samt hjælpe-tekster.
12	VIEW INPUT bruges til at vise signalet ved bøsningen (Default).
13	VIEW STORE henter et gemt billede.
14	VIEW DIFF viser differencen mellem det aktuelle billede og et gemt billede.
15	STORE bruges til at gemme et billede.

Kabelscan med kortsluttet ende



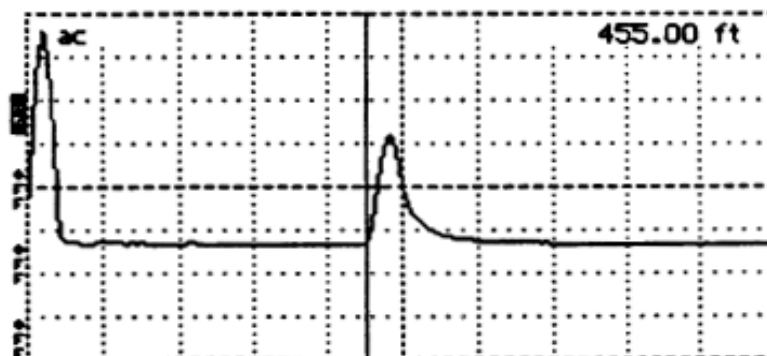
Går pulsen nedad, er der tale om en kortslutning i kablet. Den kan selvfølgelig være for enden af kablet, men den kan også være undervejs.

Kabelscan med åben ende

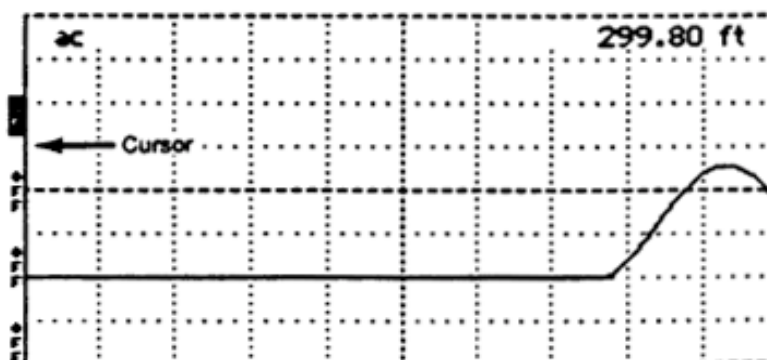


Her ses et stykke kabel, der er åbent i enden. Det kan være enden af kablet, men det kan også være en afbrydelse i kablet. Er der tale om det, skal man huske at måle fra begge ender (der kan jo være tale om to afbrydelser).

Måling på et langt kabel



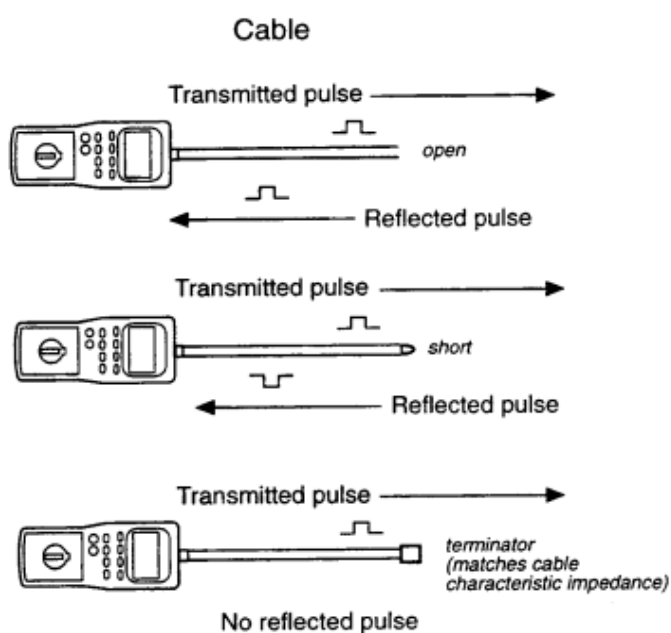
Her ses en måling ca. 150 meter ude. Det kan her være en fordel, at man først finder fejlen, og derefter zoomer ind på den.



Her er der zoomet ind på en fejl.

Kabelscannerens virkemåde

En kabelscanner eller TDR virker på den måde, at der sendes en firkantet puls gennem kablet, og forudsat at kablet ikke er termineret, vil pulsen blive reflekteret tilbage. Formen på pulsen som returneres, er et udtryk for, om kablet er åbent eller kortsluttet. Hvis kablet er korrekt termineret, vil der ikke blive returneret en puls.

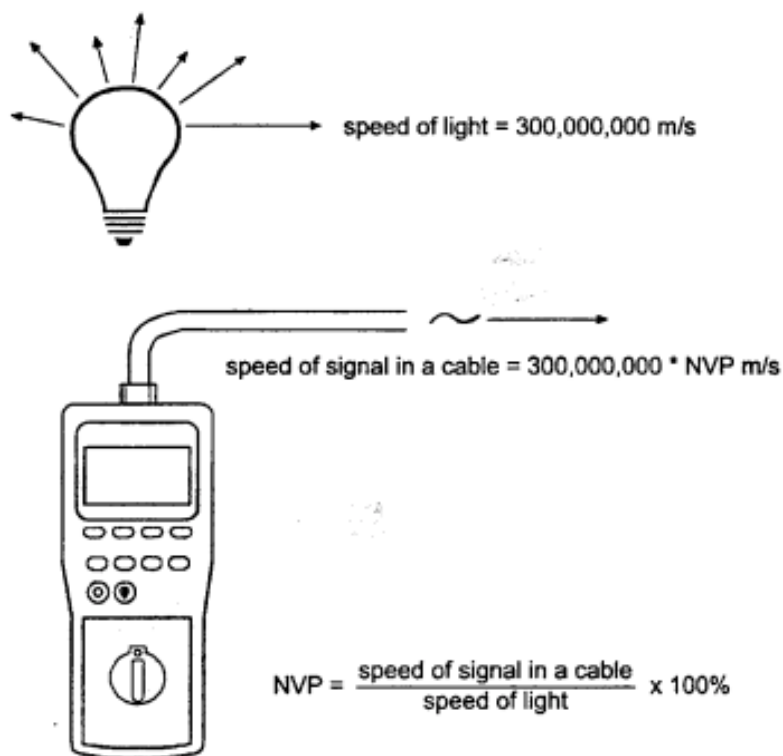


Her ses, at der fremsendes en puls; ved den åbne ende returneres der en positiv puls.

Her er enden kortsluttet; der returneres en negativ puls.

Her er der monteret en korrekt terminering, så der bliver ingen refleksion.

Pulsen, der udsendes, har en hastighed på 300000 km/sek. Der sker dog et hastighedstab, på grund af kablets bæremedia.



Beregning af NVP

Hastigheden på de 300000 km/sek er lysets hastighed i et vakuum.

Derfor kan man beregne NVP ved at måle signalets hastighed og dividere med lysets hastighed, til sidst skal der ganges med 100 %.

Man kan altid få oplyst NVP fra producenten af disse kabler.

Brug af kabelscanner

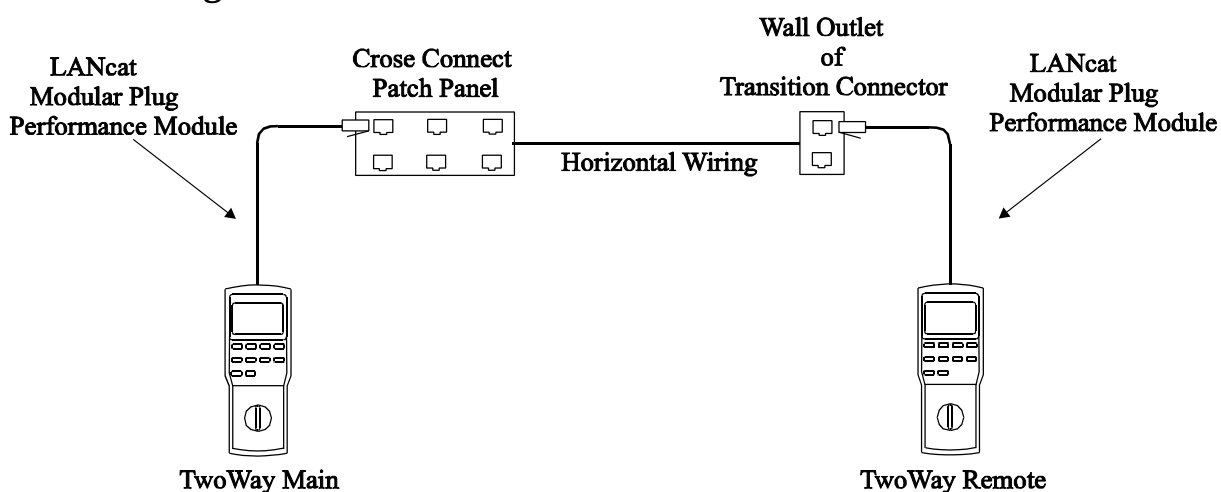
Med den korrekte kabelscanner er man i stand til at kunne teste de installationer, som man udfører. Hvis man så laver en god og brugbar dokumentation, vil det gøre underværker, hvis man på et senere tidspunkt skal lave en struktureret fejlfinding. Er der tale om udvidelser på netværket, er det også afgørende, at man har dokumenteret og gennemmålt sit netværk.

Hvad kan kabelscanneren måle?

Kabelscanneren indstilles til at måle efter en bestemt standard eller norm, og kan så gennemmåle installationen ud fra, hvad der kræves. Typisk er der tale om en autotest funktion, som løber alle tests igennem. Man får så et godkendt eller ikke godkendt kabel. Resultaterne af disse målinger kan overføres til en pc, hvor de kan udskrives.

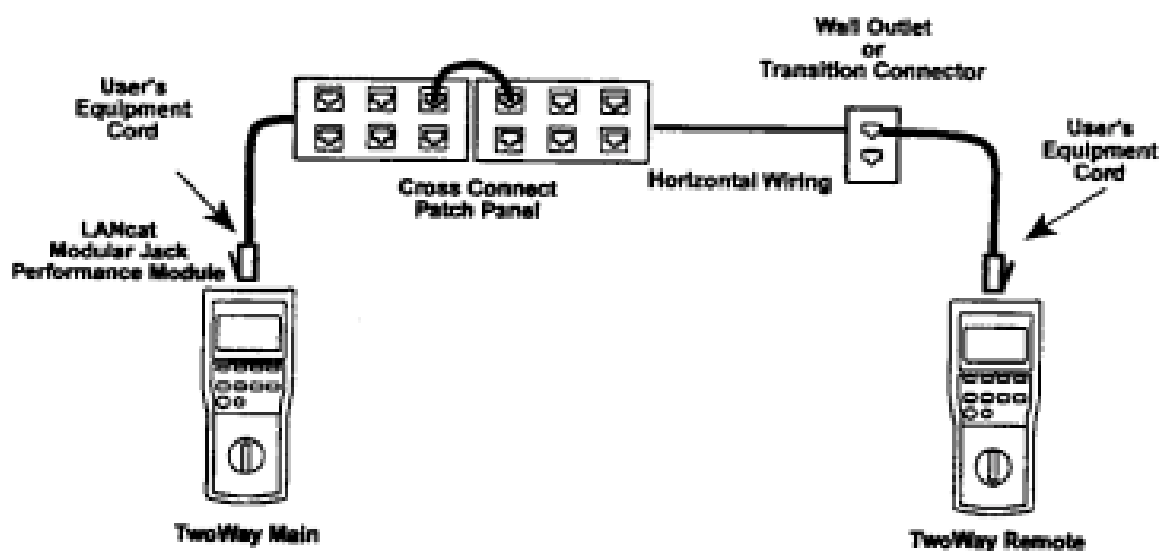
Det er meget væsentligt, at man sætter sig ind i hvordan man betjener og indstiller instrumentet. En forkert NVP faktor, vil fx. medføre at ingen længdemålinger passer.

Basic Link Måling



Her ses, hvordan en basic link måling skal udføres.

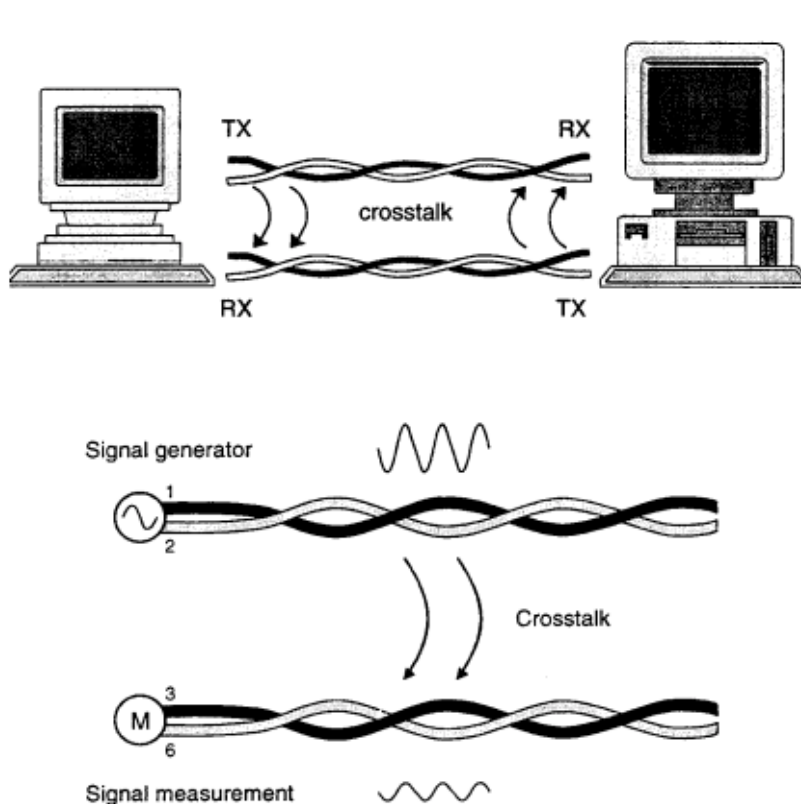
Channel test efter TIA/EIA TSB-67



Her kan man se, at hele installationen måles efter, dog ikke stikkene i udstyret.

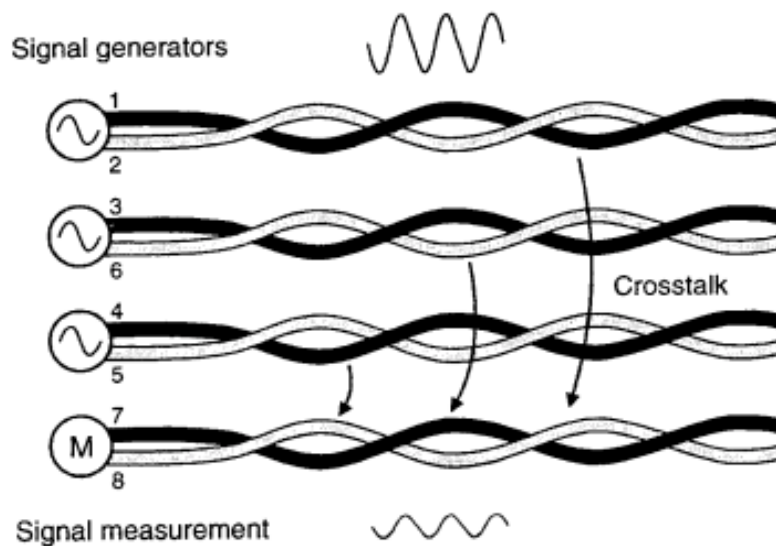
NEXT måling

NEXT er et udtryk for den signalmængde der overføres fra et signalpar til et andet par.



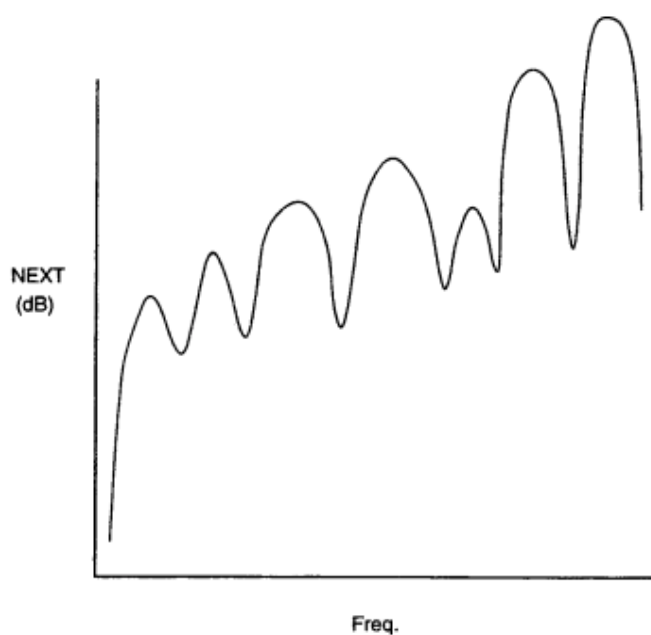
NEXT måles ved, at der sendes et signal ud på det ene par, og derefter måles der, hvor meget der bliver overført til et andet par. Der skal mange målinger til, da der skal måles fra alle par til alle par.

Power Sum NEXT måling



På samme måde med Power Sum NEXT målinger. Der er bare den forskel, at der nu sendes ud på tre par og måles på et par.

Her ses forholdet mellem NEXT og frekvensen. Det skal bemærkes, at det ikke er en pæn kurve.

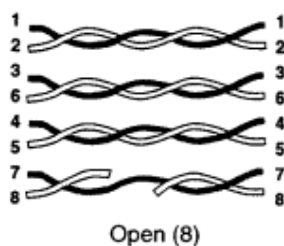


Fejl i kabler

De fleste fejl kan findes i enderne af kablet. Undtagelsesvis kan forkerte udlægningsmetoder eller mekaniske belastninger være årsag til fejl.

Wiremappen er det første, som skal være i orden. Det vil sige, at alle 4 par skal være korrekt monteret.

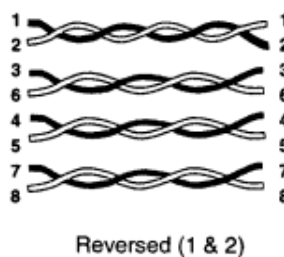
Brud på et par



Udfør en længdemåling fra begge ender; det vil som regel afsløre hvor fejlen er. Er det i en ende, skal man prøve at efterchecke/spænde/ konnektere. Der kan dog også være tale om en fejl i kablet.

Byttede par

Nogle applikationer vil ikke se dette som et problem, men der bør efterkonnekteres.



Krydsede par

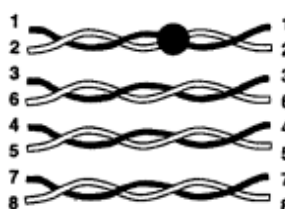
Der kan være tale om en bevidst krydsning til brug mellem to hubs.



Crossed (1,2 to 3,6)

Kortslutning

Et kortsluttet par skal måles efter i begge ender for at finde fejlen. Er der tale om fejl inde på kablet, bør det skiftes.



Shorted (1 & 2)

Split par

Er der tale om split par, vil det give en NEXT fejl, denne fejl kan ikke detekteres med en gennemgangstester.



1,2 splits 3,6

KABLING AF DATAANLÆG, TESTUDSTYR

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Praktisk test

Når der skal testes, skal der bruges en certificeringstester. Der findes flere på det danske marked; fx Fluke, Agilent og Ideal Instruments. Alle producerer instrumenter, men i dag er det mest benyttede nok DSP 4xxx fra Fluke. Det tester i henhold til ISO 11801, TIA/EIA 568 samt DS/EN 50173.



Instrumentet består af et hovedinstrument (det med display) samt en remote (den til den anden ende). Her vist med aftagelige hoveder (den mørke del) til test af Cat 5e installationer.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000



Her ses instrumentet med Cat 6 næse eller elefanthoved.

Ved praktisk brug:

Tænd for instrumentet.

Under SETUP vælges test standard.

Kontroller VP faktorer.

Vælg, om det er et UTP eller STP kabel.

Drej over på autotest.

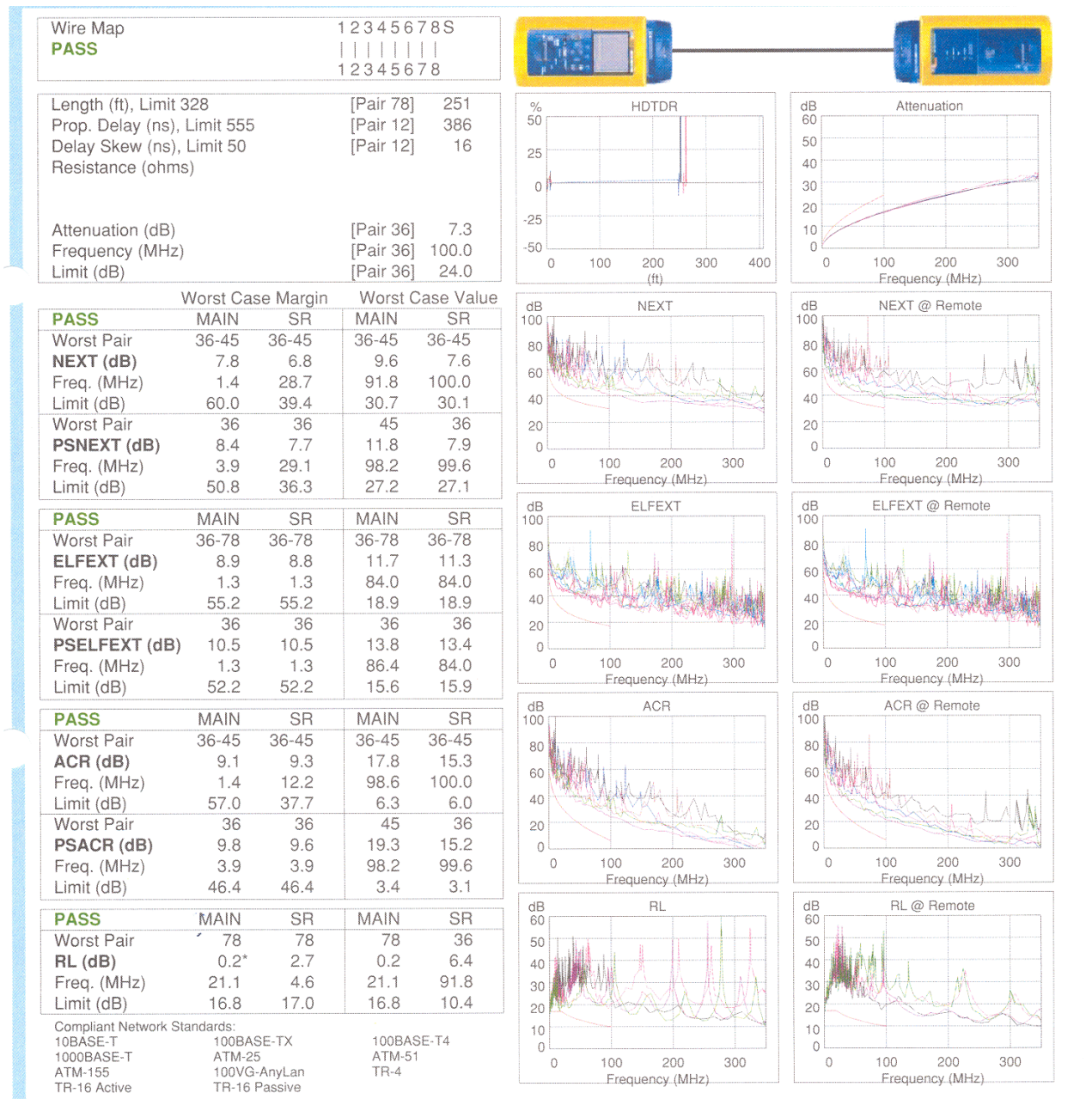
Start testen med testknappen.

Resultatet kan gemmes med SAVE knappen.

Det er muligt at overføre resultaterne til en pc ved hjælp af det medfølgende serielkabel samt software fra Flukes hjemmeside

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Eksempel på målerapport



Personality modul

Der skal monteres personality modul efter de konnektere, som skal måles.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Personality moduler

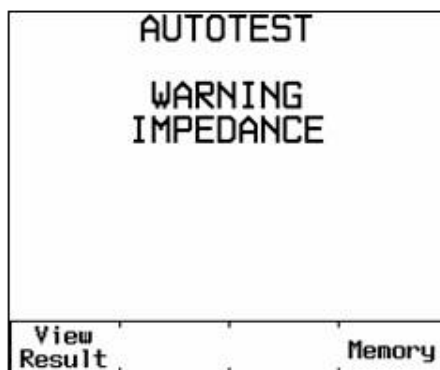
Ved test af CAT 6 installationer med en DSP 4xxx skal der benyttes personality moduler. Disse skal til for at få en korrekt og god test. 1 er den fortrukne, 2 kan bruges.

Interoperability Matrix for Cat 6 Permanent Link Personality Modules			
Manufacturer/Model Number	PM01	PM02	PM03
ADC - 6000 Modular Jacks	2	1	
AMP - ACO System	2		1
AMP - Netconnect	2		1
Avaya - GigaSPEED		1	
Brand-Rex - Cat 6	1		1
CAE Groupe	1		1
Dätwyler	1		
Furukawa	2	2	1
HCS - HES Cabling Systems	1	1	1
Hellermann Tyton GigaBand Cat 6 System	1		
Hubbell - NEXTSPEED 670	2	2	1
Hubbell - XJ6	1	2	
IBM ACS Silver ClassE "C" (Generic Cat 6)	1		1
Infra+ (*)			
Krone K(M) 8	1		
Leviton	1	1	1
Lexel	1		
Nexans - LANMark Class E	2		2
Ortronics - Clarity 6	1		
Panduit - GigaChannel TX-6 (T3)	1		
Pouyet (*)			
Reichle deMassari	1		1
RiT	1		1
Siemon - System 6	2	1	
Superior Modular	1	1	1
Surtec	1		
Telesafe		1	1
Thomas & Betts			1

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

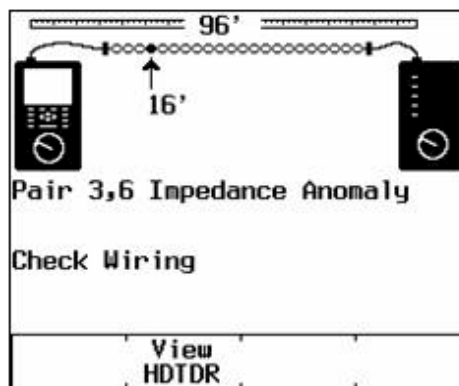
Fault anomaly threshold

Instrumentet melder, hvis der er mere end 15 % fejlrefleksion.



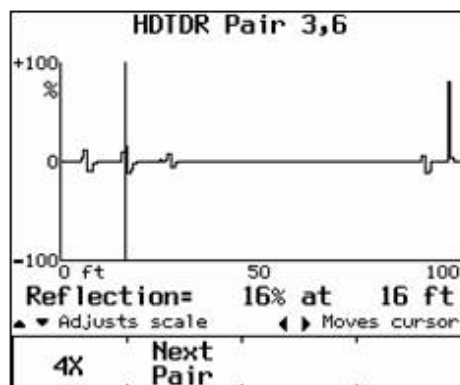
Og der vil komme en melding om en fejl (i dette tilfælde impedans).

Herefter trykkes på fault info knappen.



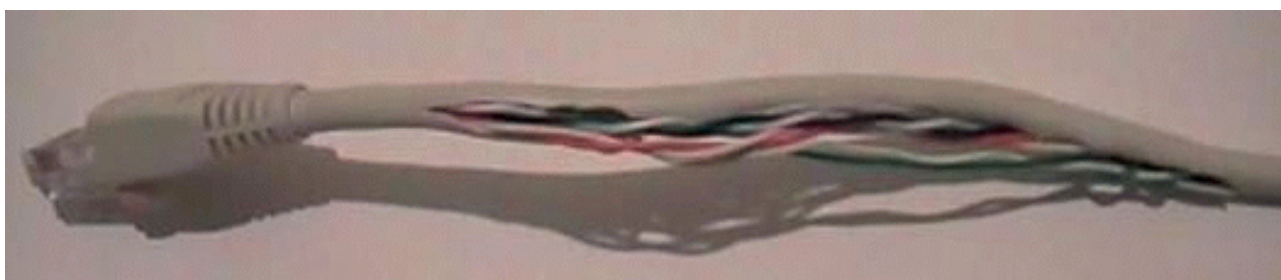
Her ser vi en fejl på kablet.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000



Derefter skal HDTDR view aktiveres, og man kan så se, hvor fejlen ligger.

Her ses så årsagen til fejlen.

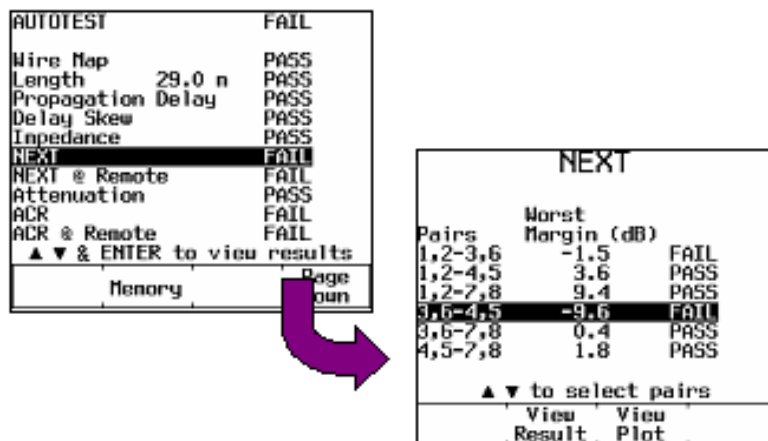


En fejl som denne vil ikke altid vise sig som NEXT eller Return Loss, da NEXT og FEXT kun måles på enderne af kablet og ikke undervejs.

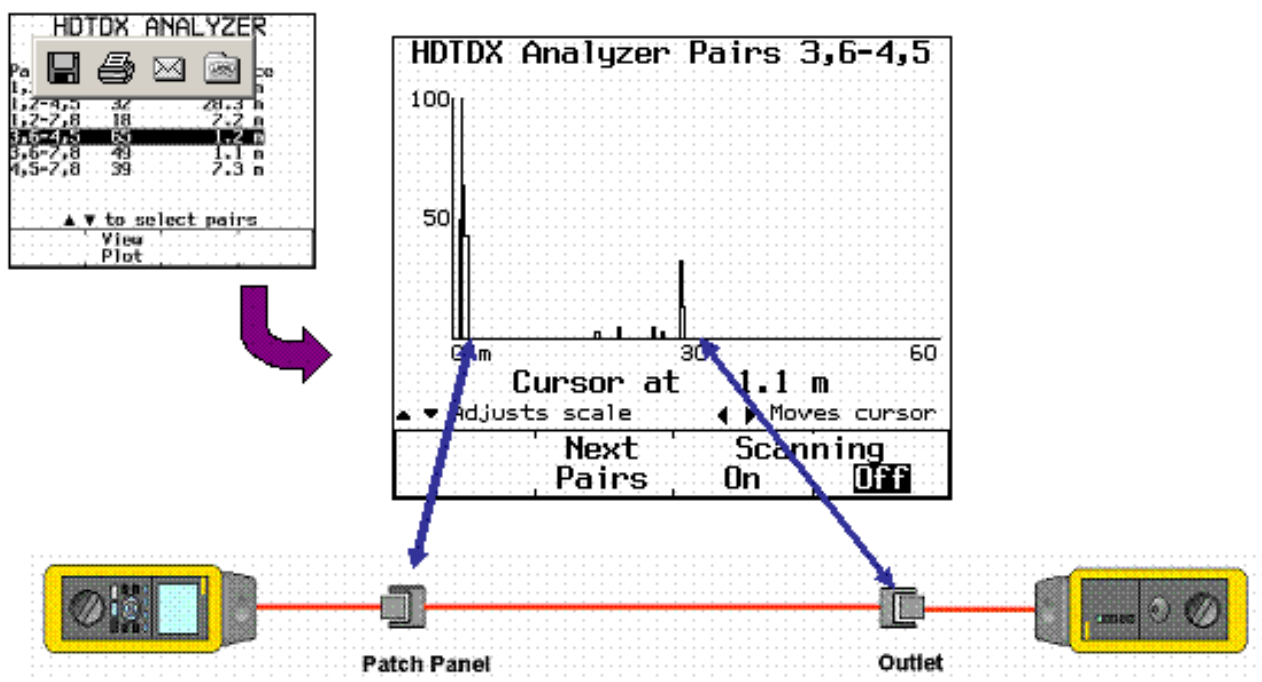
KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Diagnosticering af NEXT fejl

Når man finder NEXT fejl, skal man starte med at finde hvilket par, der er værst.



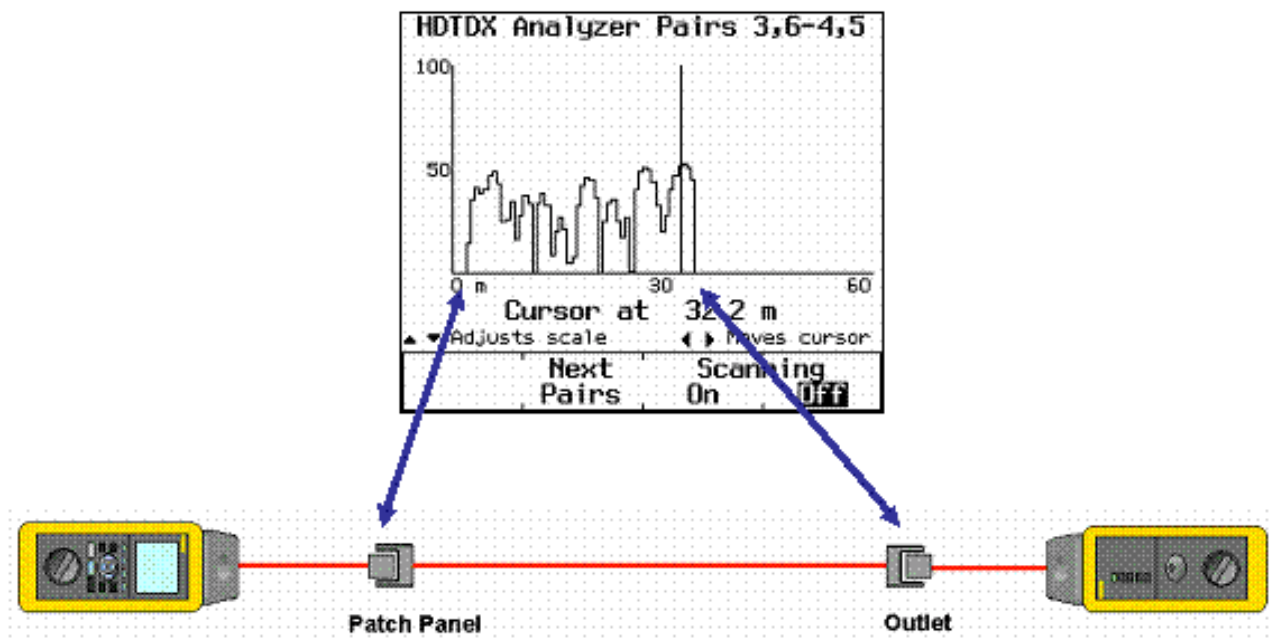
Derefter vælge single test og HDTXD analyse.



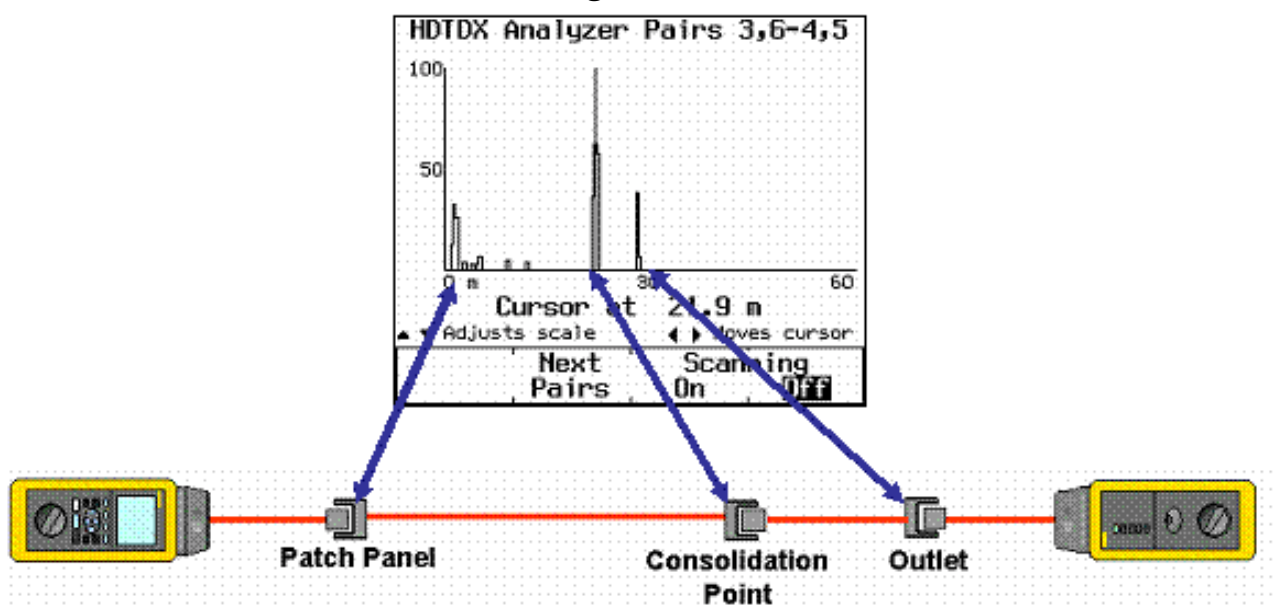
Her kan vi se, at der er problemer med konnektorer.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Er der tale om et dårligt kabel, vil dette kunne se ud som displayet.



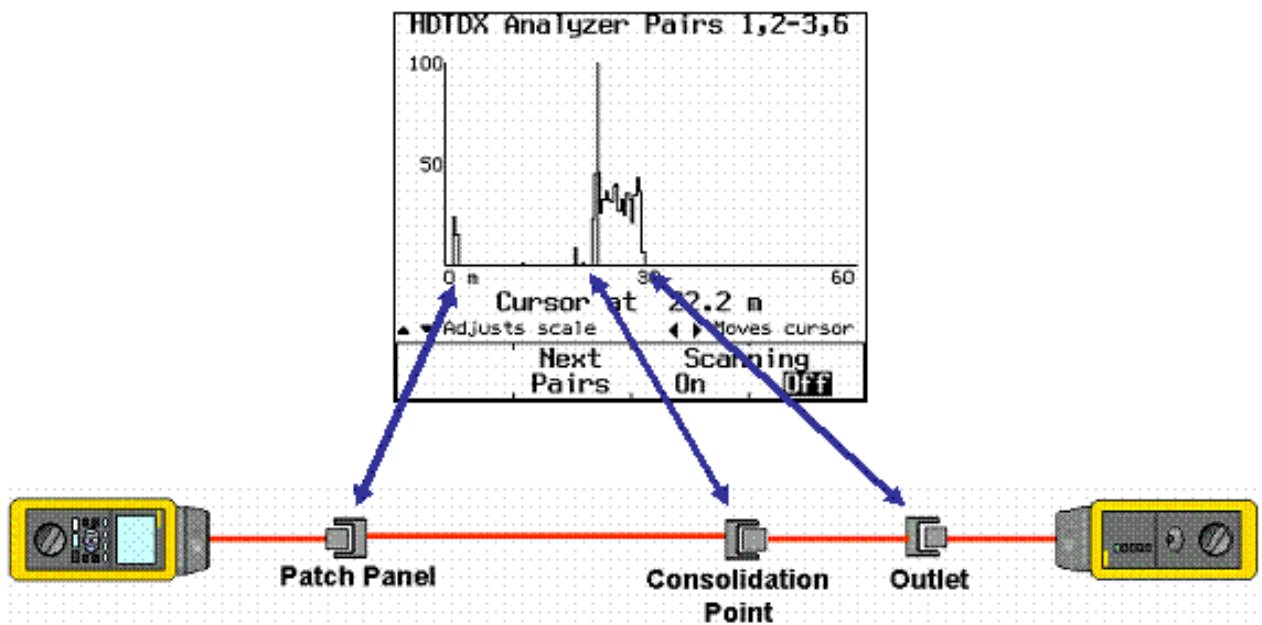
Er der tale om et dårligt consolidation punkt, vil det kunne give en stor refleksion som vist her.



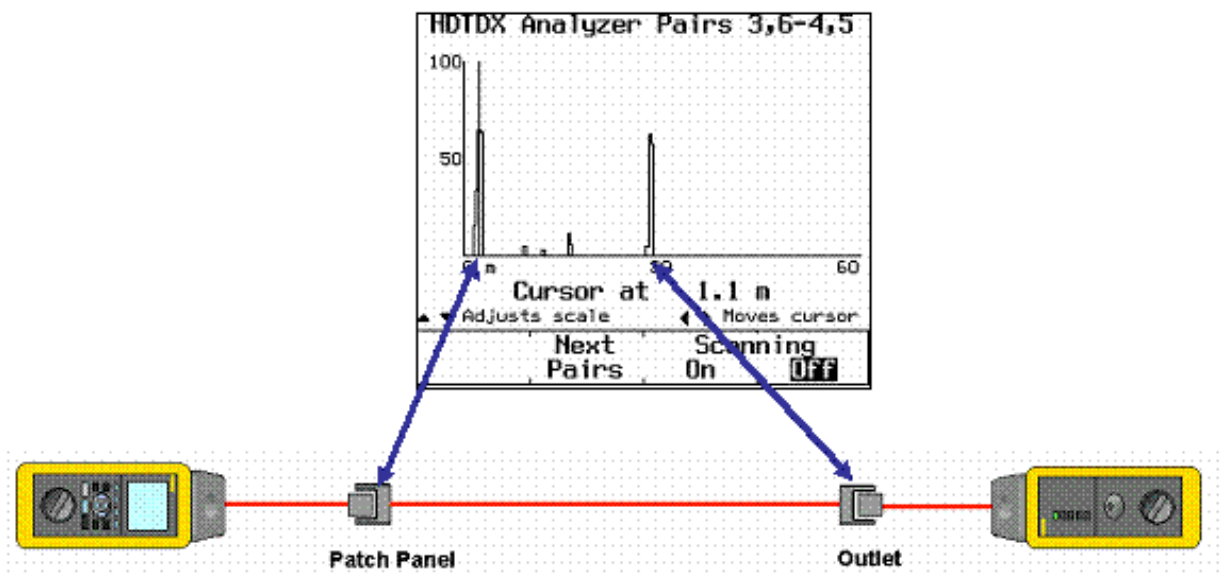
Er der tale om et mindre stykke kabel, der er defekt, vil det kunne give en stor refleksion som vist her.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

kan det se ud som her.

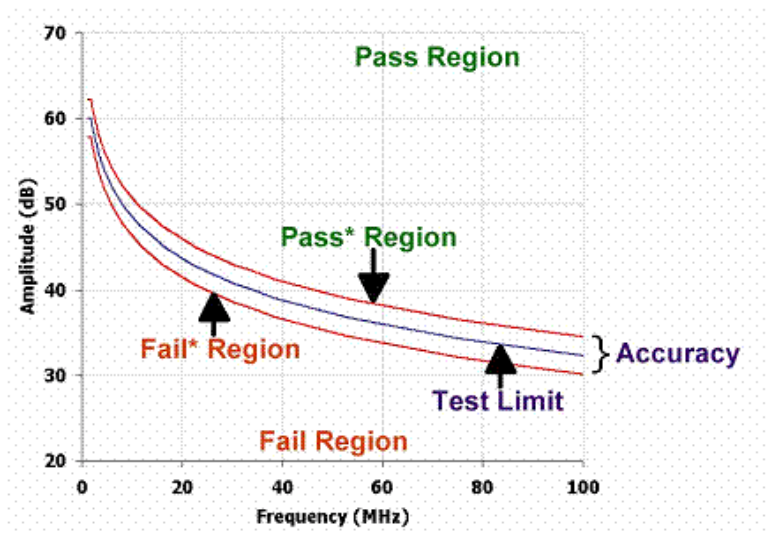


Her ser vi problemer med dårlige konnektorer (f.eks. forkert kategori).



Resultater med en *

Er der tale om resultater, som angives med en * fortæller én, at de er inden for måleinstrumentets toleranceområde.



Resultater med en * er ikke i orden. De er så tæt på normen, at de ved gentagne tests ikke altid vil give en stjerne.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

**Fortolkning af
fejlmeddelelser****Wiremap open:**

- Ledning knækket på grund af stress
- Kabel forbundet til forkert stik
- Defekt konnektor
- Brud i kabel
- Ledning forbundet til forkerte stifter
- Applikationsspecifikt kabel (10 BASET)

Wiremap short:

- Fejl terminering
- Defekt konnektor
- Isoleringsmateriale i klemme
- Defekt kabel
- Applikationsspecifikt kabel (10 BASET)

Wiremap reversed pair:

- Ledninger forbundet til forkerte klemmer
- Fejlmontering

Wiremap crossed pair:

- Ledninger forbundet til forkerte klemmer
- Blanding mellem 568A og 568B
- Krydskabel benyttet

Wiremap split pair:

- Ledninger forbundet til forkerte klemmer.
- Fejlmontering

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Length:

- Length exceeds limit
- Kabel for langt
- For kort kabel
- Kabelbrud
- Et eller flere par for korte
- Defekt kabel
- Dårligt monteret stik

Delay /skew:

- Exceeds limits
- Kabel for langt – propagation delay
- Fejlisolering – delay skew

NEXT og PSNEXT:

- FAIL *Fail, eller *pass
- Dårlige afsnoninger af ender
- Forskellige stikfabrikater (klasse E)
- Forkert Link adapter (Cat 5 til Cat 6)
- Lavkvalitets patchkabel
- Dårlige konnektorer
- Dårligt kabel
- Splitpar
- Brug af samleled
- For stramme strips
- For meget støj ved målingen

- Godkendelse af “dårligt kabel”
- Knæk eller bukninger på gode kabler giver ikke altid fejl
- Forkert valgt test
- Fejl ved lave frekvenser på NEXT ISOs 4 dB regel.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Return loss:

- Fail *Fail, eller pass
- Kabel ikke 100 ohm
- Defekt patchkabel
- Ukorrekt afsnoring
- For meget kabel i vægudtag
- Dårlige konnektorer
- Forkert eller skiftende kabel impedans
- Kabel ikke 100 ohm
- Konnektor ikke klemmt helt sammen
- Impedansforskelle
- Forskellige stik og sokler (ved klasse E)
- Brug af 120 ohm kabel
- For mange patchkabler
- Forkert test
- Defekt link adapter
- Godkendelse af “dårligt kabel”
- Knæk afsløres ikke altid (specielt på kvalitets kabler)
- Forkert teststandard valgt
- Godkendelse på grund af 3 dB reglen

ELFEXT og PSELFEXT:

- Fail *Fail, og *Pass
- Som regel samme fejl som NEXT fejl
- Korte kabler på grund af reflektioner

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Resistance:

- Fail *Fail, eller *Pass
- For langt kabel
- Dårlige forbindelser – oxidering af konnektorer
- Konnektorer ikke forbundet korrekt.
- For tynd leder
- Forkert patchkabel type

CAT 6 /klasse E fejl:

- Har du valgt CAT 6 test
- Er testeren opdateret?
- Er de korrekte Linkadptere valgt?
- Check installationskvalitet?
- Check termineringskvalitet?
- Ved channel – husk channeladapter
- Ved permanent Link – mindre NEXT margin

Length:

- Check kabel / NVP værdi.

KABLING AF DATAANLÆG, DPS 4000

Støj i installationer

I de fleste elektriske installationer, opstår der uønskede signaler. I daglig tale kalder vi disse uønskede signaler for støj. Noget af støjen kommer udefra, anden støj genereres af egne apparater eller installationer. Begge typer af støj kan give problemer. Nogle gange er støjen årsag til forbigående problemer; en pc fryser, i radioen er der knas, mens der i andre tilfælde sker en mere eller mindre omfattende ødelæggelse af komponenter og andet udstyr. Men hvad er støj egentlig?

Transienter

Transienter er kortvarige overspændinger. De optræder ofte på kabler og luftledninger, typisk på stærkstrøms-, tele- og datakabler. Årsagen er tit lyn eller ind- og udkoblinger af induktive belastninger på nettet, (fx koblinger på højspændingsnettet eller i installationer). Men elektroniske lysreguleringer, lysstof rør, kopimaskiner, pc'er, kaffemaskiner og meget andet kan også være årsag til, at vi generes af transienter.

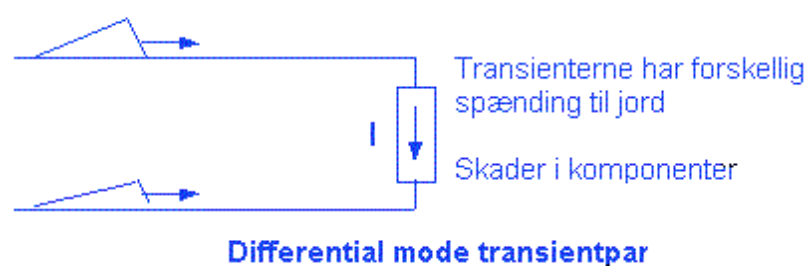
Skader fra transienter

Transienter i installationerne ødelægger data-, signal- og teleudstyr og elektriske apparater. Det kan ske som en øjeblikkelig ødelæggelse eller ved "usynlige" skader, der skaber periodiske fejl og derfor er meget vanskelige at finde. Meget elektronisk udstyr indeholder transientbeskyttende dele. I nogle tilfælde brænder de beskyttende dele af ved første puls. Udstyret kører uhindret videre, men ved næste transient er beskyttelsen væk og komponenter "brænder af". Der findes to typer af transienter; differential- og common mode transienter.

Differential mode transienter

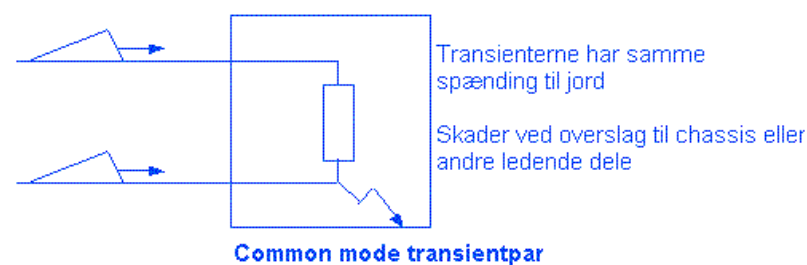
Differential mode transienter forårsager afbrænding af komponenterne i udstyret på grund af for stor strøm (I).

Apparater er mere sårbare overfor differential mode transienter end overfor common mode transienter. Derfor er kravene til differential mode beskyttelse i reglen strengere.



Common mode transienter

Common mode transienter forårsager overslag til stel (PE). I forbindelse med overslag til stel kan der trækkes store følgestrømme fra stærkstrømsnettet.



Hvordan transienter opstår

Direkte lynnedslag

Lynnedslag i luftledninger på stærkstrømsnettet bevirker kraftige transienter, som forplanter sig gennem ledningerne til installationerne, hvor de kan medføre ødelæggelser af elektronisk og elektrisk udstyr.

Et lynnedslag i et lynaflederanlæg hæver potentialet af anlægget og dermed af elektrisk og elektronisk udstyr, som er potentialudlignet til det. Spændingshævningen opstår dels på grund af et induktivt spændingsfald i

anlæggets ledere og dels på grund af et spændingsfald i jordingsanlægget. Med et korrekt udformet jordingsanlæg kan sidstnævnte stort set begrænses til et ohmsk spændingsfald. I så fald er spændingsfaldet i jordingsanlægget lig med lynstrømmen ganget med jordingsanlæggets overgangsmodstand

Formel:

$$U_{jord} = I_{lyn} \cdot R_{jord}$$

Spændingsfaldet kan blive meget højt, ofte over 500 kV, og isolationen i udstyret nedbrydes derfor - enten øjeblikkeligt ved overslag eller gradvist gennem krybnegninger.

Indirekte lynnedslag

Nedslag i eller i nærheden af en luftledning eller et kabel skaber transienter på el-, telefon- og datanettene gennem induktion eller overslag til jorden. Disse transienter kan ødelægge elektronisk data- og teleudstyr og elektriske apparater.

Sky-lyn

Lynudladninger i og mellem skyer skaber transienter. Før en udladning sker, har de elektriske ladninger i skyerne samlet ladninger med modsat fortegn på lednings- og kabelnet under skyerne. De frigøres af udladningen og forplanter sig som transienter på ledninger og kabler ind i installationerne, hvor de beskadiger udstyret.

Ind- og udkoblinger

Ind- og udkoblinger af belastninger på el-nettene er årsag til mange transienter. For eksempel udkoblinger af højspændingslinier eller ind- og udkoblinger af kondensatorer, transformere og induktive belastninger.

Transientbeskyttelse

Da transienter beskadiger elektronisk udstyr og elektriske apparater, bør der installeres udstyr som kan standse eller kvæle disse transienter. En af de komponenter som kan bruges er overspændingsafledere, som beskytter udstyr og apparater mod disse transienter..

Jording og behov

Transientbeskyttelsen bør altid installeres i hovedtavlen og jordes effektivt mod højere frekvenser, normalt med 10 ohms overgangsmodstand til neutral jord. Der er **ikke** krav om de 10 ohm, men denne overgangsmodstand kan være et krav levandøren stiller for at sikre, at det installerede transient beskyttende udstyr får den tilsigtede virkning.

Behovet for yderligere beskyttelse i stærk- og svagstrømsinstallationerne, afhænger af tekniske og økonomiske forhold, samt typen af installation og udstyrets anvendelse. Behovet bør vurderes i hver situation.

Tilledninger

Under afledning af en transient gennem en overspændingsafleder, udsættes det beskyttede udstyr for en overspænding. Denne overspænding udgøres af ; restspændingen over lederen, spændingsfald i tilledninger til og fra overspændingsaflederen samt spændingsfaldet over et eventuelt jordingsanlæg.

Spændingsfaldene i tilledningerne er overvejende induktive, og længden af tilledningerne er derfor af stor betydning for spændingen, som udstyret udsættes for. Ledningerne til og fra en overspændingsafleder bør derfor være så korte som muligt. Jordingsanlægget bør udformes således, at det induktive spændingsfald er mindst muligt. Aflederen bør vælges så restspændingen er mindst mulig.

Afledere

Overspændingsafledere er komponenter der installeres på kabler og ledninger nær ved udstyret, som skal beskyttes.

Når transienterne indtræffer, aktiveres overspændingsaflederne og afleder transienterne til jord, ellers er aflederne passive. En overspændingsafleder kan derfor sammenlignes med en overtryksventil: den er normalt passiv, men når der kommer overtryk åbner den.

Valg af afledere

Overspændingsafledere vælges primært på grundlag af deres aflederstrøm og restspænding.

Aflederstrømmen viser hvor store (og hvor mange) transienter aflederen kan tåle. Restspændingen er spændingsfaldet over aflederen mens en transient afledes. Den viser hvor effektiv aflederen er til at beskytte udstyret mod overspændinger.

I visse data- og kommunikationsinstallationer stilles der særlige krav til overspændingsaflederne, for at de ikke skal forstyrre den normale drift. For eksempel har afledernes kapacitans og induktans betydning for data- og signalkabler. Impedansen dæmper signalet hvilket kan få betydning for højfrekvente signaler og for digitale signaler (firkantpulser). I sådanne tilfælde skal aflederne derfor vælges med særlig omhu.

Katalogernes aflederdata

Hvad katalogernes aflederdata betyder:

Max. driftsspænding

Maximal driftsspænding i installationen

Max. driftsspænding er den maksimale driftsspænding (fase-nul/PE) i installationen, hvor aflederen installeres.

Max. restspænding

Maximal restspænding over aflederen

Max. restspænding er den maksimale spænding over aflederen under afledning af en transient med den nominelle aflederstrøm, ISN. Den maksimale restspænding er et mål for hvor godt aflederen beskytter udstyret. Af flere grunde er der en overspænding på beskyttet udstyr. Transientbeskyttelse, og spændingsfaldet over aflederen udgør en vigtig del af denne overspænding.

For varistorer er den maksimale restspænding den spænding, der ligger over varistoren ved testning med den nominelle aflederstrøm.

Ved gnistgab er den maksimale restspænding gnistgabestændspænding. Da den afhænger af testtransientens frontstejlhed, opgives frontstejlheden på testtransienten i forbindelse med, at den maksimale restspænding opgives.

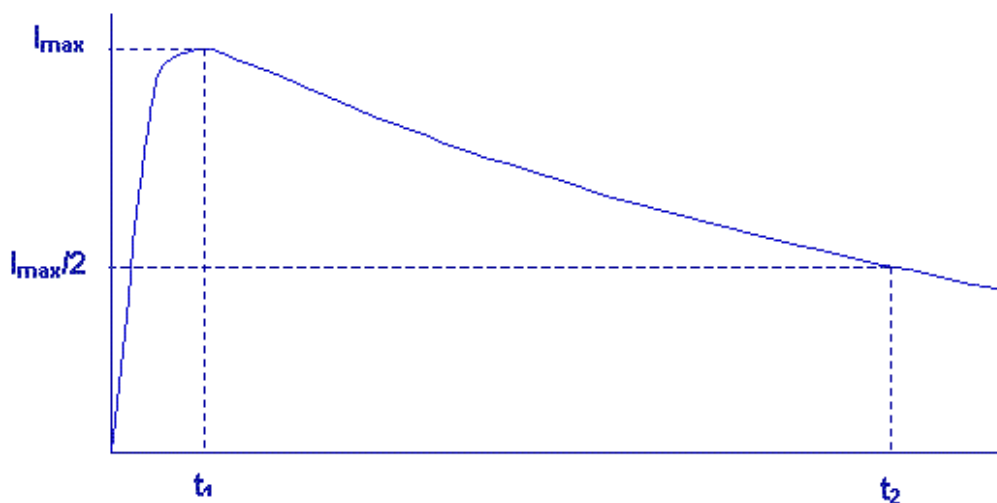
For eksempel for SMD 280 3+1 og SMD 400 3+1 (fra Dan Delektron), som begge indeholder et gnistgab, er testtransientens frontstejlhed opgivet til 1kV/m s under max. restspænding.

Nominel aflederstrøm.

Nominel aflederstrøm som aflederen testes med.

Den nominelle aflederstrøm er transientstrømmen, som aflederen er testet med et vist antal gange. Testen sikrer at aflederen er tilstrækkelig robust til at klare de transienter, der kan forventes at optræde på det sted i installationen hvor aflederen anbefales anvendt.

Testtransienten er en strømbølge med en fastlagt form. Bølgen defineres ved sin maksimum strøm, I_{max} , f.eks. 20 kA, og stigetid/halveringstid, t_1/t_2 , f.eks. 8/20 m sek. Stigetiden er (med god tilnærmelse) tiden fra bølgens start til toppunktet. Halveringstiden er tiden fra bølgens toppunkt til strømmen er faldet til halvdelen af maksimumværdien:



Tilnærmede t_1 og t_2 værdier (se IEC 60060-1 for den nøjagtige definition)

Reaktionstid

Aflederens reaktionstid

Reaktionstiden er den tid det tager at aktivere aflederelementet (f.eks. en varistor eller et gnistgab) fra det påvirkes af transienten.

Beskyttelsesklasser

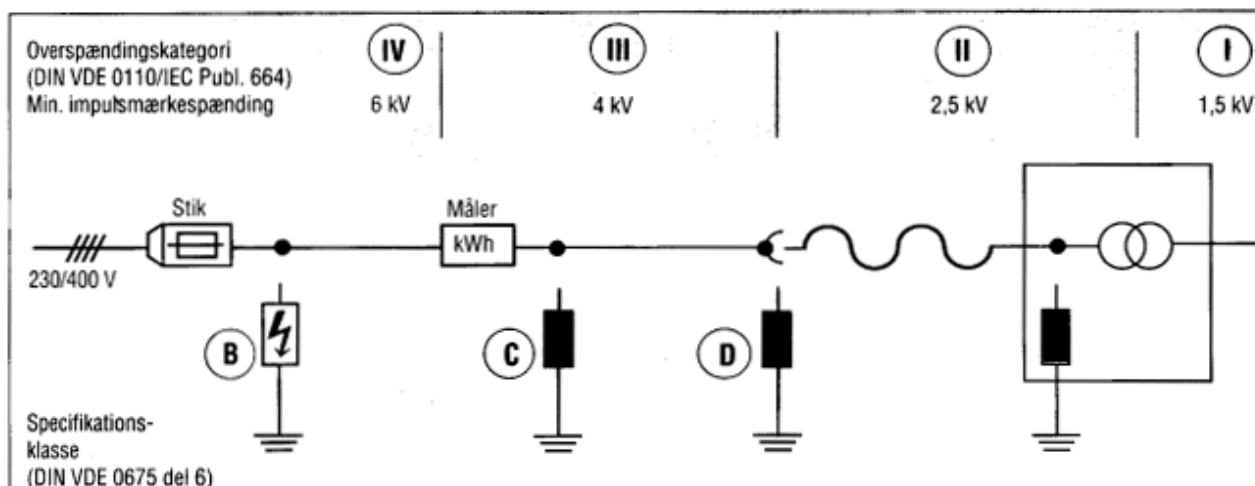
Klasser for overspændingsafledere

Klasse B, C og D anvendes i VDE 0675 normen for overspændingsafledere til stærkstrømsinstallationer (klasse A er for luftledninger).

Den følgende tabel viser typiske betegnelser:		
VDE 0675		
Klasse B	Lyn / grov	Lynstrømsafleder / net grovbeskyttelse
Klasse C	Mellem	Net mellembeskyttelse
Klasse D	Fin	Net apparatbeskyttelse

Man skal sørge for, at man får afledt de overspændninger, som kommer ind i installationen.

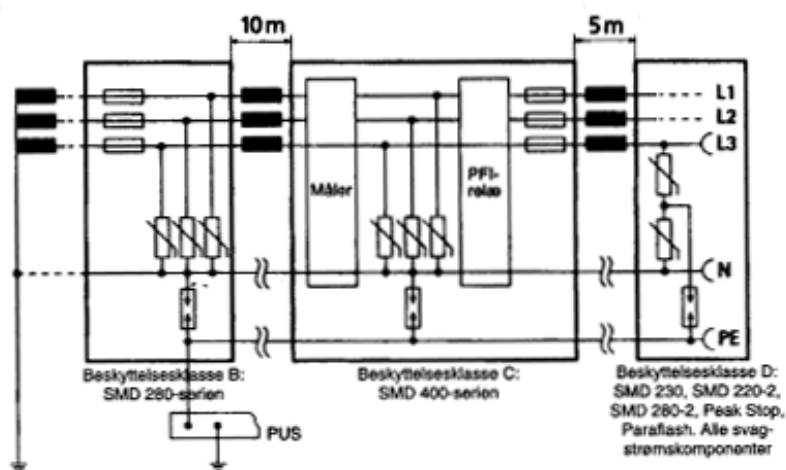
Om beskyttelsen skal være grov, mellem eller fin må vælges ud fra en samlet vurdering af økonomi og beskyttelsesbehov.



Typisk vil grovbeskyttelsen bestå af et gnistgab (B) og mellembeskyttelsen (C) af et styret sluknings gnistgab og finbeskyttelsen af suppressordioder (D).

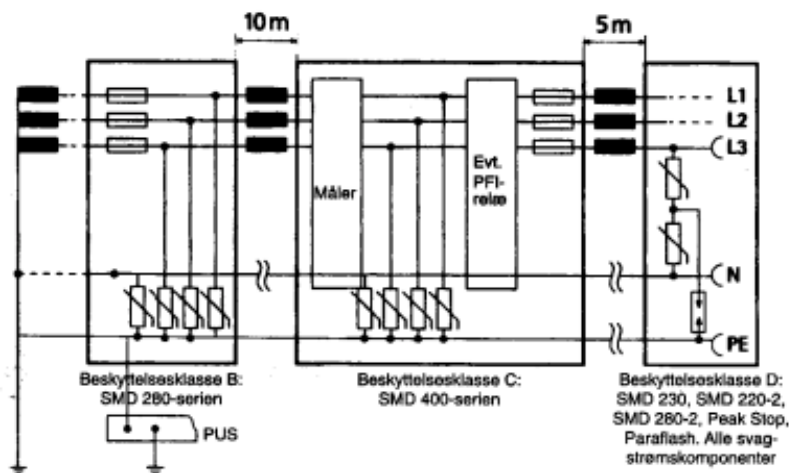
Adskillelse af overspændings- beskyttelses udstyret

En meget vigtig ting at huske er, at der **skal** være en afstand svarende til $15 \mu\text{H}$ mellem grov- og mellembeskyttelsen. Dette kan gøres ved at der er en stor fysisk afstand mellem enhederne, eller der kan indsættes en spole på $15 \mu\text{H}$.



4/5-Leder TT system

Her ses et 4/5 leder TT system. Minimumsafstanden mellem grov- og mellembeskyttelsen skal være 10 meter, og mellem mellem- og finbeskyttelsen 5 meter.



5-Leder TN-S system

Eksempel på et 5 leder TN-S system.

Koblinger i overspændingsafleder

Traditionel opbygning

SMD 400

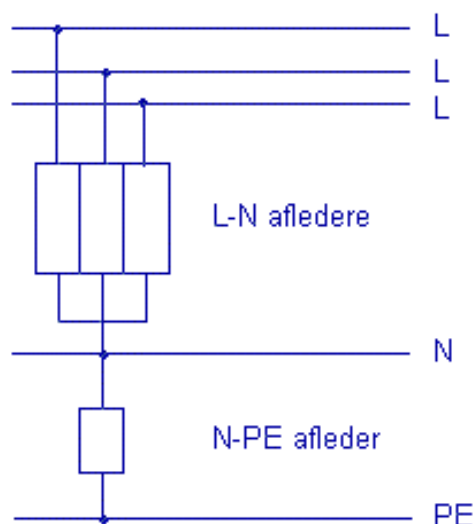
SMD 400 er en hurtig og robust overspændingsafleder, der yder god common mode beskyttelse mod transienter på stærkstrømsinstallationer. Den anvendes i nullede 4-leder systemer (TN-C systemer).

SMD 400 er forsynet med fejlmelding, som giver visuelt signal i tilfælde af, at aflederen er beskadiget. Med et specielt fjernmeldingsmodul kan signalet overføres til andre lokaliteter.

3+1 koblingen

Transientbeskyttelse med 3+1 kobling

Overspændingsafledere med 3+1 kobling giver god beskyttelse mellem faser og nulleder og er særligt velegnede, hvor det er vigtigt at holde Nulken og PE-lederen adskilt. De bør anvendes i TT installationer med fejlstrømsrelæbeskyttelse (PFI og HPFI) og i 5-leder systemer (TN-S og TN-C-S).



Principskitse af transientbeskyttelse med 3+1 kobling

I en 3+1 koblet transientbeskyttelse anvendes varistorer mellem faser (L) og nul (N) og et gnistgab mellem N og PE-lederen.

Fordele ved 3+1 koblingen

Der går ikke utilsigtede jordstrømme i N-PE aflederen (d.v.s. aflederelementet mellem N og PE-lederen, jvf. skitsen), som kan bevirke uønskede udkoblinger af fejlstrømsafbrydere i TT systemer.

Der er effektiv adskillelse mellem N og PE-lederen i TN-S systemer og i TN-C-S systemer efter N og PE er adskilt.

Transientbeskyttelse med 3+1 kobling anvendes i

- TT systemer både før og efter fejlstrømsafbryder.
- TN-S systemer.
- TN-C-S systemer efter N og PE er separeret.

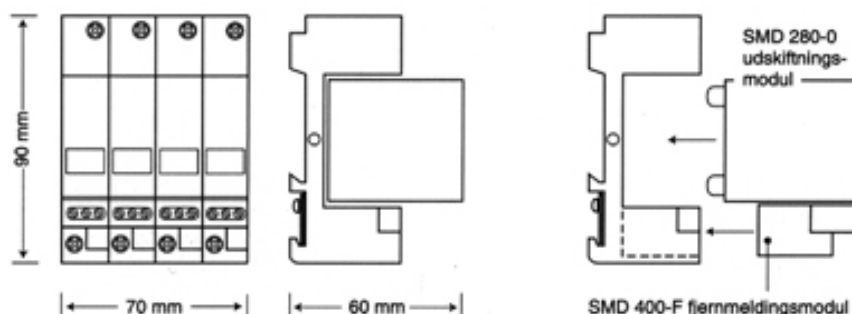
Eksempler på 3+1 koblingen

SMD 280 3+1 og SMD 400 3+1 (fra Dan Delektron) er begge hurtige og robuste overspændingsafledere, der især er velegnede til at beskytte elektrisk udstyr mod Common Mode transienter Transienter i stærkstrømsinstallationerne.

Forskellen mellem SMD 280 3+1 og SMD 400 3+1 er, at SMD 280 3+1 er testet med særligt kraftige transienter (20 kA 10/350 ms), som i sjældne tilfælde optræder i forbindelse med direkte nedslag i en bygnings ydre lynbeskyttelsesanlæg.

SMD 400 3+1 er testet med knapt så kraftige transienter (40 kA 8/20ms) og er dimensioneret til at aflede langt størstedelen af transienter, som optræder i praksis.

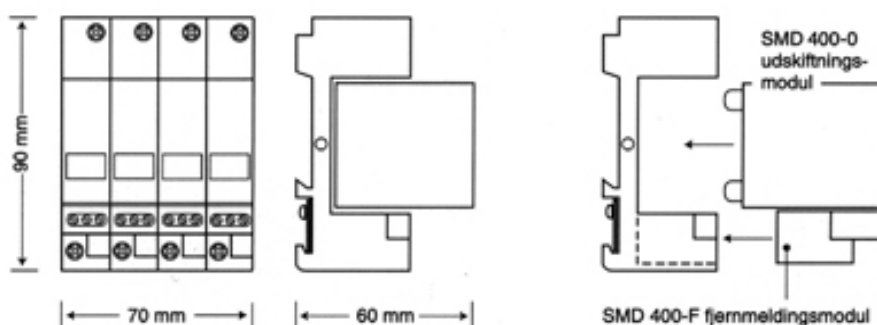
SMD 280 3+1 anvendes derfor hvor en særlig høj grad af beskyttelse kræves mod direkte nedslag i en bygnings ydre lynbeskyttelsesanlæg og på nettet. I alle andre tilfælde anvendes SMD 400 3+1.



SMD 280 3+1

SMD 280 3+1 er en klasse B overspændingsafleder med 3+1 kobling til bygninger med ydre lynbeskyttelse, hvor en særlig høj grad af beskyttelse kræves. Den anvendes i installationer med fejlstrømsrelæbeskyttelse (TT systemer) og i 5-leder nullede systemer (TN-S systemer og TN-C-S systemer). Den installeres i hovedtavlen lige efter hovedafbryderen.

SMD 280 3+1 er forsynet med fejlmelding, som giver visuelt signal i tilfælde af, at aflederen er beskadiget. Med et specielt fjernmeldingsmodul kan signalet overføres til andre lokaliteter.



SMD 400 3+1

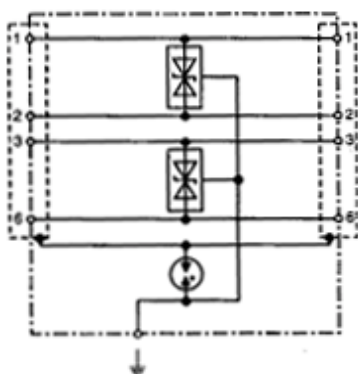
SMD 400 3+1 er en klasse C overspændingsafleder med 3+1 kobling til bygninger uden ydre lynbeskyttelse og bygninger med ydre lynbeskyttelse hvor der ikke er krav om lynbeskyttelse af installationen. Den bør anvendes i installationer med fejlstrømsrelæbeskyttelse (TT systemer) og i 5-leder nullede systemer (TN-S systemer) og TN-C-S systemer). Den installeres både

i hovedtavlen lige efter hovedafbryderen og i undertavler. SMD 400 3+1 er forsynet med fejlmelding, som giver et visuelt signal, hvis aflederen er beskadiget. Med et specielt fjernmeldingsmodul kan signalet overføres til andre lokaliteter.

Beskyttelsesudstyr i tele/datainstallationer

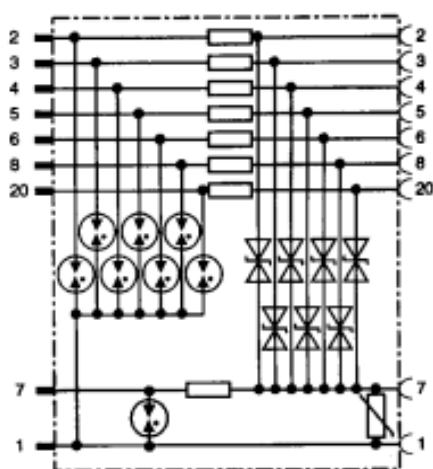
Ud over at man sikrer transienter fra forsyningen skal man huske på tele/data vejen. Alle ledere der kommer ind i bygningen SKAL sikres. Er der bare en vej der er glemt, kan man være sikker på at der på et ubelejligt tidspunkt vil komme transient og lave ravage.

Der findes meget på marked, som er velegnet til løsningen af disse opgaver.



10 BASE T installationer

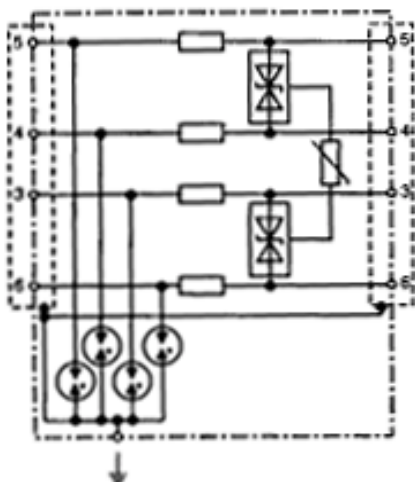
Her ser vi så en løsning som kan bruges i en 10BASE T installation. Man kan se at 1,2 og 3,6 er beskyttet.



RS 232 eller V.24 / V.28

Er der tale om en seriel port (COM 1,2) skal den måske også beskyttes. Her skal man huske, at der kan optræde spændinger på op til +/- 25 Volt, i forhold til jord.

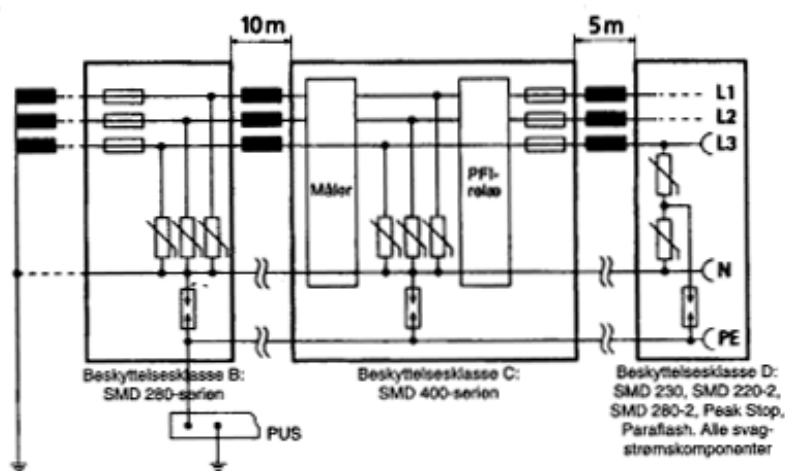
KABLING AF DATAANLÆG, STØJ OG TRANSIENTER

**ISDN**

Har man en ISDN adapter er dette måske løsningen. Selv om at der er brugt R 45 stik i begge tilfælde, kan man nu nemt se, at det er ikke er de samme klemmer der skal beskyttes. Man skal desuden huske, at der er tale om forskellige spændinger.

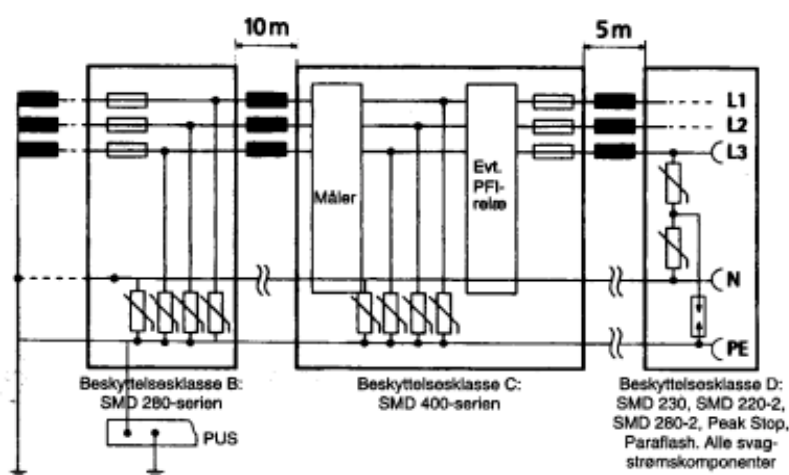
Adskillelse af overspændingsbeskyttelses udstyret

En meget vigtig ting at huske er, at der skal være en afstand svarende til $15 \mu\text{H}$ mellem grov- og mellembeskyttelsen. Dette kan gøres ved, at der er en stor fysisk afstand mellem enhederne, eller der kan indsættes en spole på $15 \mu\text{H}$.



4/5-Leder TT system

Her ses et 4/5 leder TT system. Minimumsafstanden mellem grov- og mellembeskyttelsen skal være 10 meter, og mellem mellem- og finbeskyttelsen 5 meter. Eksempel på et 5 leder TN-S system.



5-Leader TN-S system

KABLING AF DATAANLÆG, TRANSIENTBESKYTTELSE

Generelt om jording af installationer

Efterfølgende vises fire typer af systemjording: TN-S, TN-C, TN-C-S og TT.

Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske Installationer (SBEi) afsnit 312.2 giver udførlige forklaringer på disse forkortelser:

Det første bogstav, T, viser at transformerens nulpunkt er jordet.

Det andet bogstav viser, hvordan installationen er jordet:

- T: Direkte jordforbindelse, normalt beskyttelse med fejlstrømsafbryder.
- N: Nulling.

De følgende bogstaver angiver hvordan beskyttelsesleder og nulleleder er fremført:

- S : Beskyttelsesleder (PE) og nulleleder (N) er forskellige ledere.
- C: Beskyttelsesleder og nulleleder er kombineret i en leder (PEN leder).

Note:

"T" står for "Terra", som er latinsk for jord.

"S" står for "Separate".

"C" står for "Combined".

Utilsigtede strømme

Det anbefales at man kun anvender TN-C systemer frem til første tavle eller fordelingspunkt, idet der ellers kan opstå problemer fra utilsigtede strømme, som beskrevet i følgende note fra SBEi.

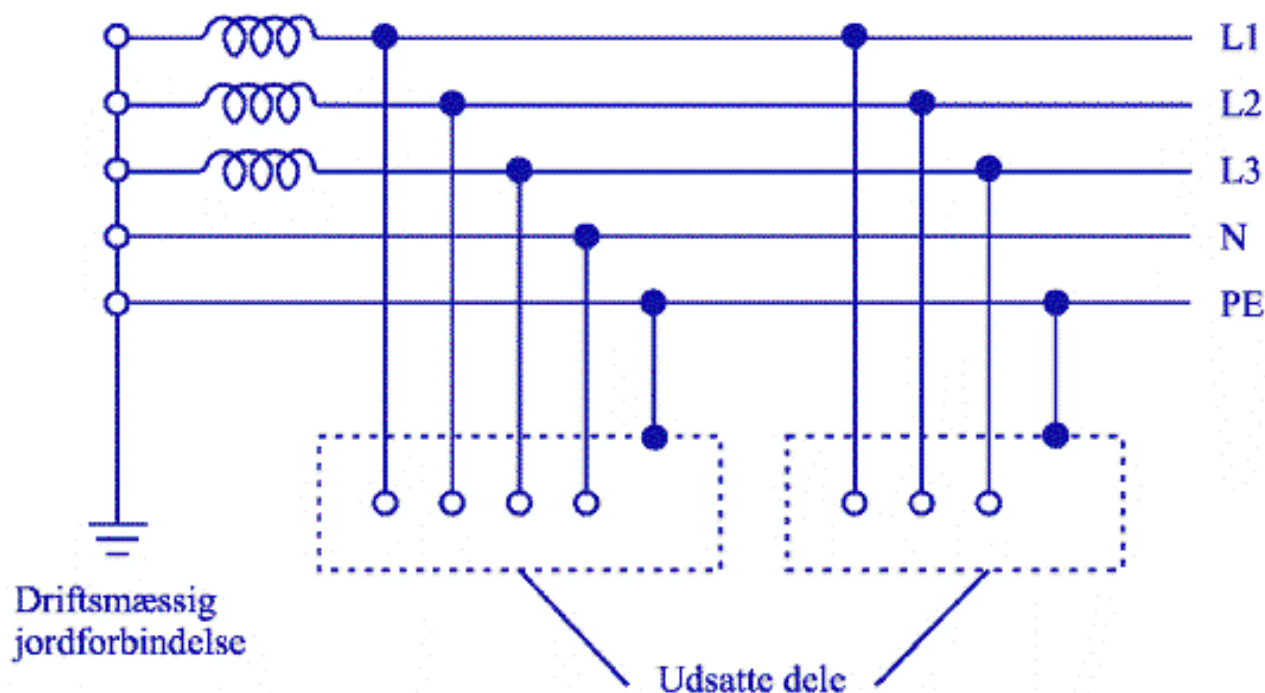
413.1.3 TN-systemer (nulling) uddrag:

Anvendelse af TN-C eller TN-C-S system i en installation kan medføre ulemper forårsaget af normale driftsstrømme i nullederen og dermed i den kombinerede beskyttelses- og nulleleder (PEN-lederen). Det kan f.eks. medføre, at der under normale driftsforhold kan forekomme ukontrollerbare vagabonderende strømme i rør og andre fremmede ledende dele, som har forbindelse

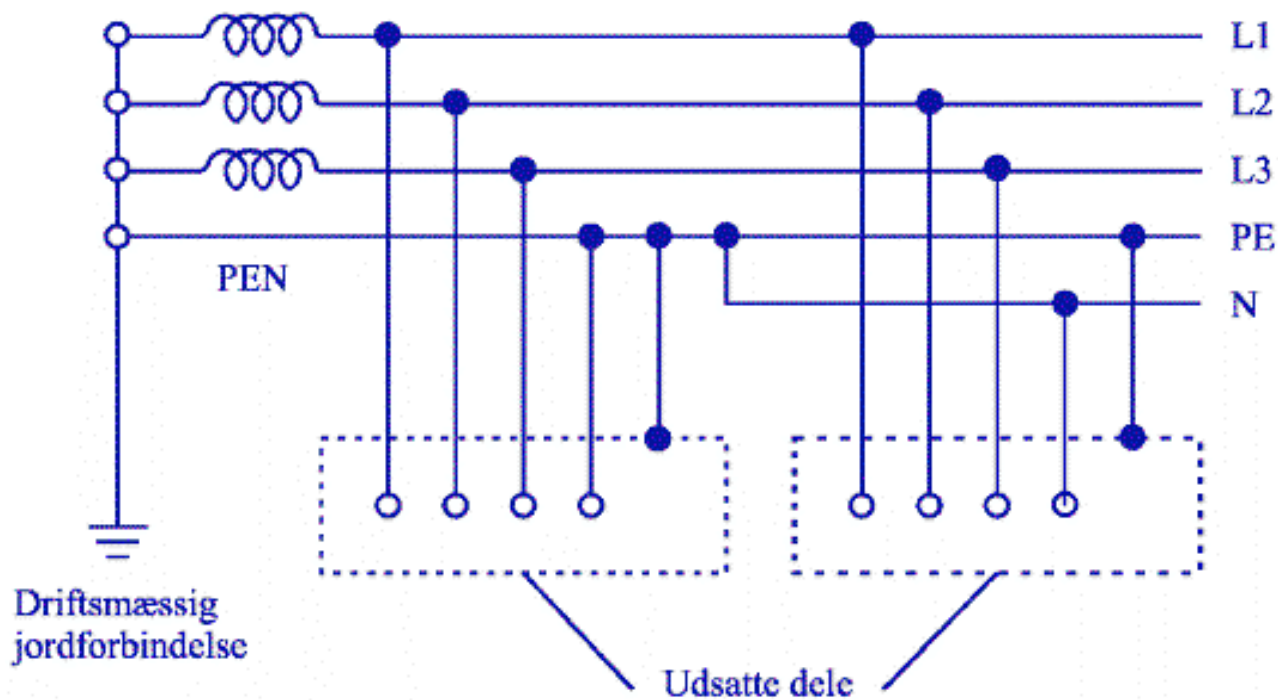
til materiel, der er tilsluttet en PE- eller en PEN-leder. Det kan også medføre mindre spændingsforskelle mellem forskellige PE-ledere eller mellem forskellige punkter på en PEN-leder, som er ufarlige hvad angår beskyttelse mod elektrisk chok, men som kan forstyrre eller ødelægge tilsluttet elektronisk materiel.

Af denne grund anbefales det kun at anvende et TN-C system frem til første tavle eller fordelingspunkt i enhver installation. Efter første tavle eller fordelingspunkt bør der anvendes adskilte beskyttelsesledere og nulleledere.

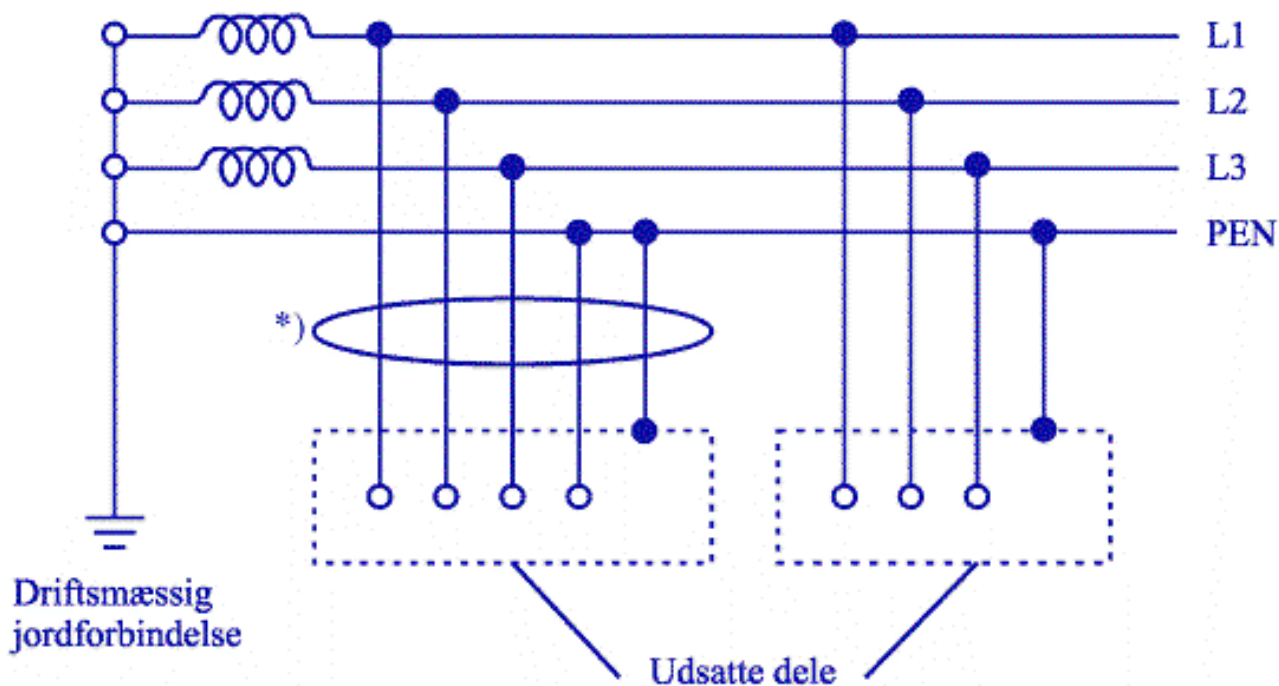
TN-S system



Figur 1
TN-S system
Separat nulleder og beskyttelsesleder i hele systemet

TN-C-S system

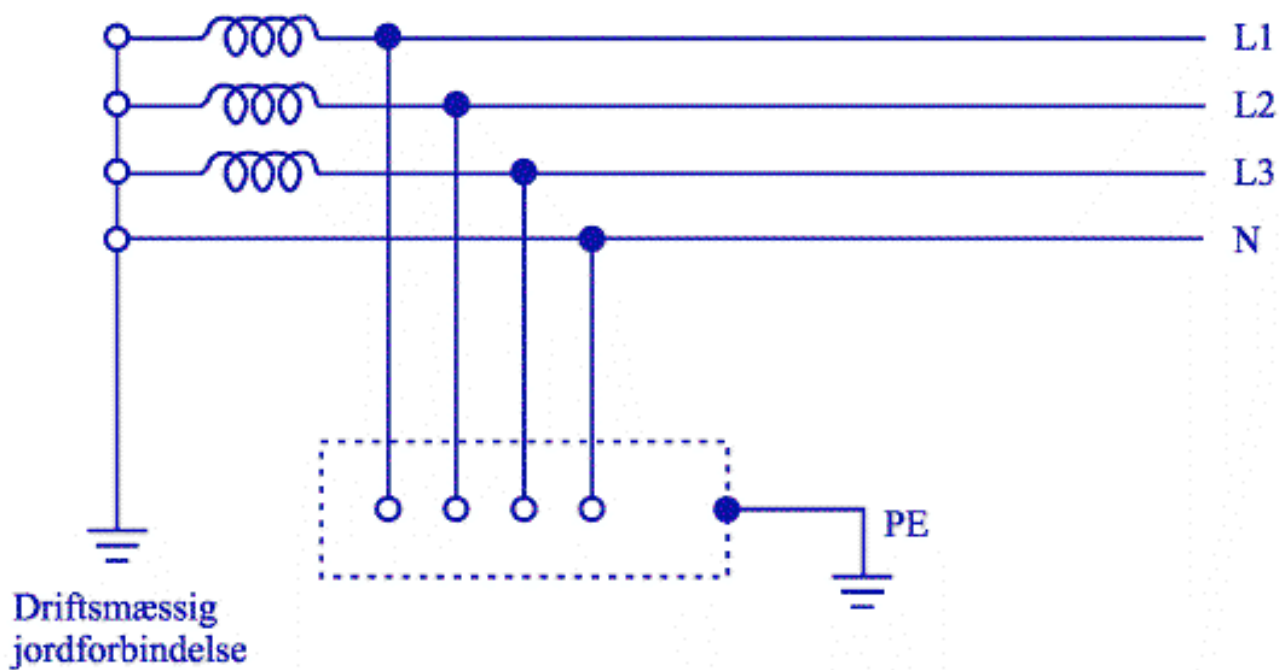
Figur 2
TN-C-S system
Nulleader og beskyttelsesleder kombineret i en leder i en del af systemet

TN-C system


*) Den viste opdeling i en nulleder og beskyttelsesleder findes ikke i den faste installation, men kun i tilledningen til det viste materiel, idet der ellers er tale om et TN-C-S system.

Figur 3
TN-C system

Nulleder og beskyttelsesleder kombineret i en leder i hele systemet

TT system

**Figur 4
TT-system**

KABLING AF DATAANLÆG, JORDING AF EDB

UPS der røg strømmen
Uninterruptible Power
Supplies

Computersystemer og andre elektroniske systemer har behov for en forsyning af energi. Denne leveres gennem strømforsyningen. Måden som de elektroniske systemer er opbyggede på gør, at de er mere eller mindre sårbare over for ændringer i forsyningsspændingen. Alle former for forstyrrelser vil i større eller mindre grad ødelægge selve computeren, eller de data som er lagret på den. I værste fald kan data ændres på en sådan måde, at man ikke opdager det. UPSens primære opgave er at forhindre, at der kommer over- eller underspændinger til udstyret, samt at eventuelle spændingsforsyningsudfald ikke berører computeren.

Stabil og konstant forsyning

UPS'en skal levere en stabil og konstant forsyning til udstyret. Den skal dimensioneres på en sådan måde, at den vedligeholder forsyningen i den tid, der er forudsat. Denne tid kan variere en del. De smarte UPS'er kan gøre brugere opmærksomme på, at forsyningen er væk, enten ved hjælp af en lyd, eller måske en e-mail. Nogle er i stand til at sende en SNMP meddelelse.

UPS'en har eget batteri, som leverer forsyning til udstyret. Derved overraskes du ikke af et forsyningsudfald.. Det giver en umiddelbar sikkerhed overfor tab af data. Hvis forsyningen forbliver væk, har man mulighed for at gemme ikke gemte filer. Start en nødgenerator op, og luk serveren ned på den rigtige måde. De bedre UPS'er er også i stand til at filtrere støj / transienter fra, hvilket vil resultere i en mere stabil installation.

Hvad skal forbindes via UPS'en. Det er et spørgsmål om hvad man ønsker at sikre. Server, arbejdsstationer, modems, backup udstyr, hubs, switch, router, skærme og meget andet.

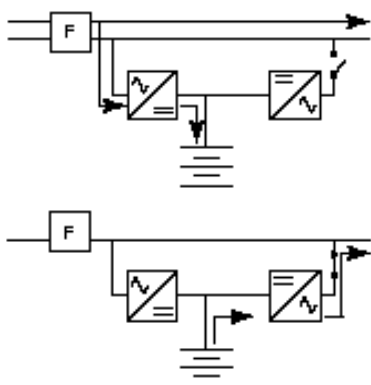
UPS'er leveres med kommunikationssoftware der gør at de er i stand til at kommunikere med netoperativsystemet, og sørge for, at der foretages en kontrolleret nedlukning.

UPS teknologier

Der findes flere typer af UPS.

Standby eller off line typen

Denne type bruges typisk i støjfrie installationer. Normalt leveres der strøm til udstyret, uden indblanding fra UPS'en. Samtidigt oplades batteriet. Sker der et strømfald, overtager UPS'en opgaven med at levere strøm til brugsgenstanden.



Der er forsyning til stede, brugsgenstanden får spænding fra nettet.

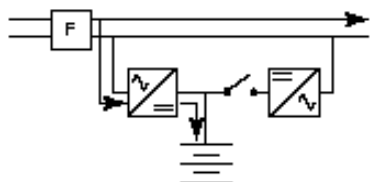
Der er ingen spænding, og brugsgenstanden får spænding fra batteriet.

Det væsentligste spørgsmål er, om udstyret kan holde til at miste forsyning i den korte tid, som det tager at skifte over. Når man benytter Off line teknikken tager det typisk 4 millisekunder, før forsyningen er genetableret. En typisk pc kan holde til at miste forsyningen i 10 millisekunder. Er der tale om kvalitetsprodukter (f.eks. industri pc'er), kan tiden være helt op til 100 millisekunder. Men det er ikke sikkert, at UPS'en kan klare de store startstrømme når alt udstyret tilsluttes samtidigt.

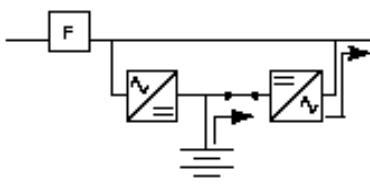
Denne type af UPS er ikke velegnet til steder, hvor der forekommer hyppige udfald, da UPS'en ikke vil få tid til at oplade batteriet. Off line UPS'en er meget prisbillig, og benyttes derfor i mange installationer.

Line interactive

Line interactive UPS'en benytter en microprocessor til at overvåge forsyningen. Sker der et dyk i spændingen, begynder UPS'en at fylde på. Denne type har også en forsinkelse, Omskifteren er nu placeret før vekselretteren, og det gør at den kommer on-line lidt hurtigere.

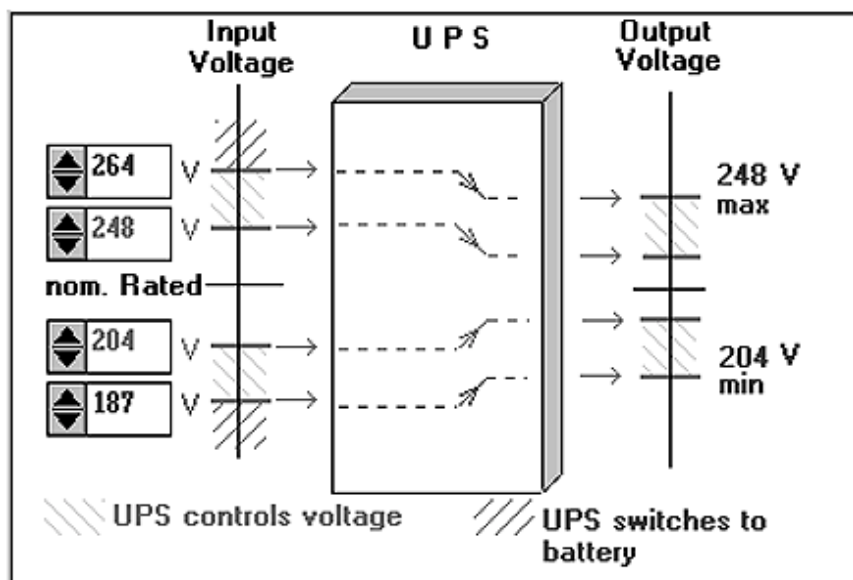


Her er der spænding til brugsgenstanden.



Spændingsforsyningen er faldet ud - UPS'en har taget over.

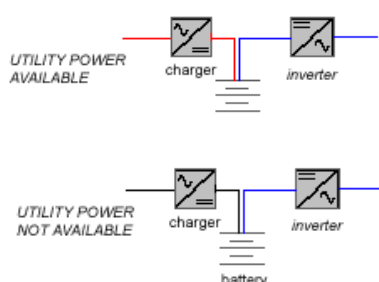
Der fås også typer, som er lidt smartere, fordi de kan kompensere for varierende indgangsspændinger.



I dette eksempel kan man hæve eller sænke spændingen, således at udgangsspændingen altid er mellem 204 og 248 volt.

On-Line

Denne metode virker på den måde at forsyningsspændingen ensrettes, og transformeres derefter tilbage til vekselspænding. I jævnspændingsdelen er der indskudt et batteri, som meget hurtigt kan kobles ind ved forsyningssvigt. Dette garanterer faktisk at brugsgenstanden aldrig er uden forsyning. Batteriet bruges kun når der er forsyningssvigt, og der sker så heller ikke en unødvendig forkortelse af batteriets levetid.



Normal drift. Forsyningsspændingen ensrettes og omdannes derefter til vekselspænding igen.

Forsyningsspændingen er faldet ud. Batteriet leverer den nødvendige effekt til veksleretternen.

Selve konverteringen gennem en transformator sker ikke med 50 Hz i dag, men med en meget højere frekvens. Typisk i 85 kHz området. Dette bevirker, at transformatorens kerne kan være meget mindre. Vægten reduceres dermed op til 90 %.

Ved at benytte en dobbeltkonvertering, fjernes så stor en del af støjen, at spændingen til brugsgenstanden bliver meget mere stabil.

Regulering af spændingen

Den elektriske spænding, som leveres fra forsynings-selskabet, kan være meget varierende. Årsagerne til en ustabil spænding kan være mange, men en for høj eller for lav spænding resulterer i at computersystemer ikke vil kunne fungere.

Spændingsfald skyldes typisk:

- Store afstande.

- Et pludseligt højt forbrug, f.eks. ved spisetid.

- Store brugsgenstande der starter op (kopimaski-
ner osv.).

Disse spændingsfald kan resultere i at compu-
teren "hænger", med tab af data til følge.

Spændingsspidser skyldes typisk:

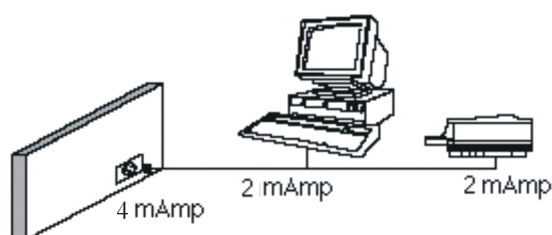
- Omkoblinger på kraftværker, eller transformator-
stationer, der kobles om.

- Når mange brugere sænker belastningen f.eks.
ved sengetid.

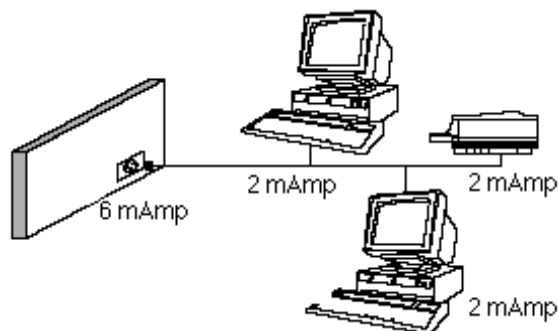
Disse spændingsspidser kan springe sikringen i
netværksudstyret, og resultere i at hele nettet går ned.
En UPS vil kunne løse disse problemer.

Jordstrømme i EDB installationer

Alle computere er i dag udstyret med strømforsyninger, som regel en switch mode. Disse strømforsyninger udsender meget støj, og derfor udstyres de med små kondensatorer. Strømforsyningerne generer nogle fejlstrømme. Internationale normer kræver disse strømme begrænset til maksimalt 3,5 mA, men på grund af den måde switch moden arbejder på, er fejlstrømmen typisk "kun" på 2mA.



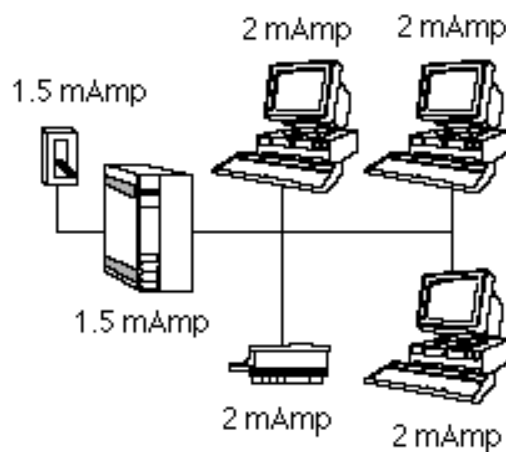
Er der tale om flere apparater, pc'er, skærme, printere osv., bliver disse strømme større og større. Her et eksempel på en opstilling med 3 enheder.



Problemet er, at kommer der for stor en fejlstrøm, så vil HFI eller HPFI relæet koble ud.

KABLING AF DATAANLÆG, UPS TEKNOLOGI

Der findes i dag UPS, som er i stand til at adskille nettet galvanisk fra forsyningen, og således eliminere dette problem.

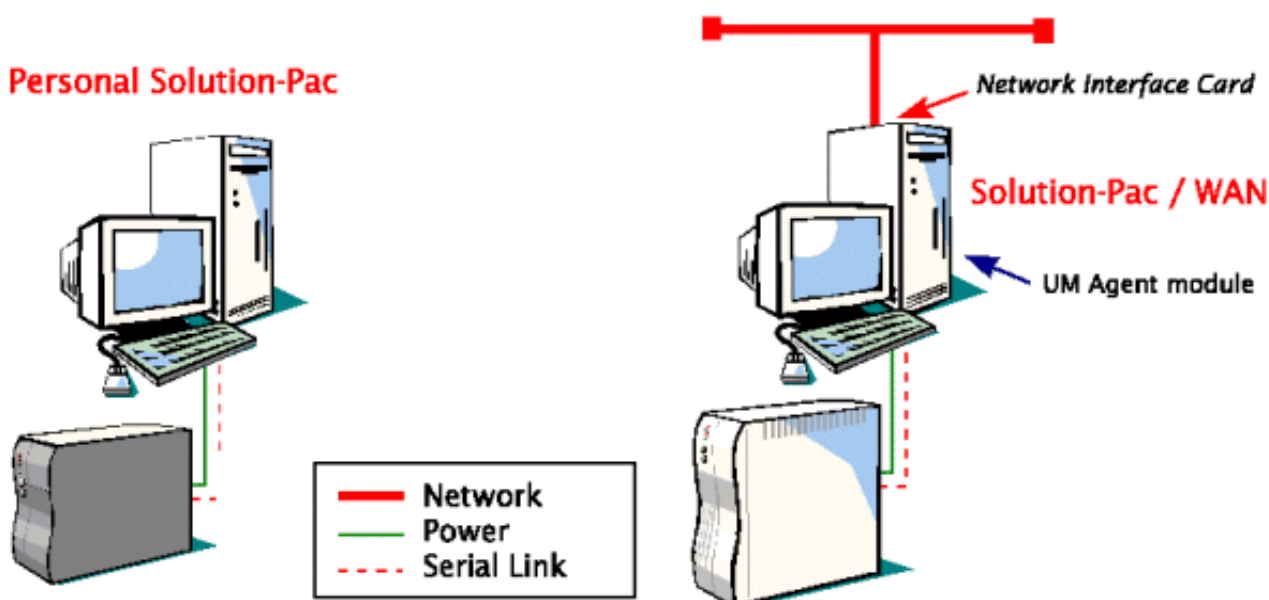


Installation af en UPS i netværket

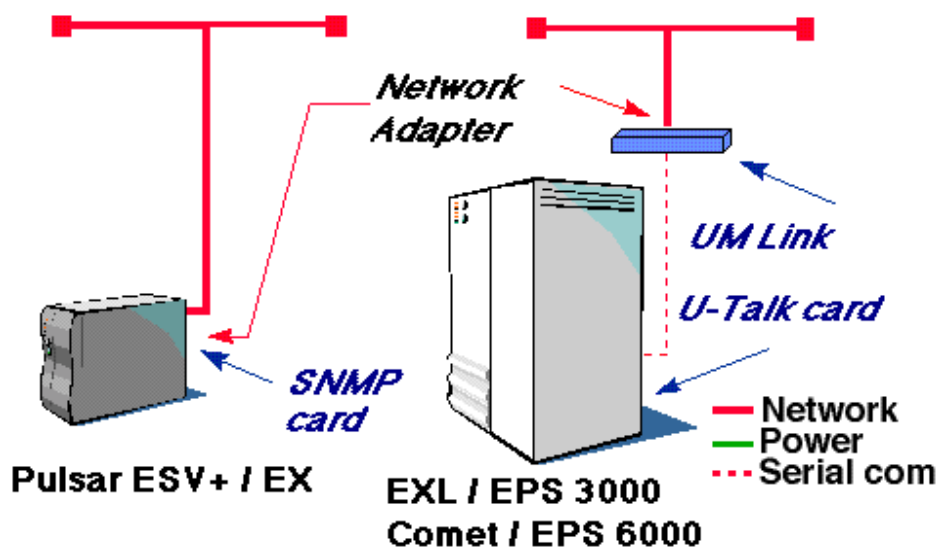
Tidligere erstattede en UPS forsyningsspændingen ved strømudfald. I bedste fald var UPS'en monteret med en sirene, som gjorde brugeren opmærksom på at netforsyningen var væk.

I dag er UPS'er meget mere avancerede. De er nu i stand til at kommunikere med en server, men faktisk kan de smarteste sende en e-mail eller en SNMP trap til en forudbestemt modtager.

Den simpleste type er den der kommunikerer med pc'en via en relæudgang, som så forbindes til en COM port.



Her ses to løsninger; en til en stand alone pc og en til en server der er på et netværk. På løsningen til stand alone pc'en er der kun et serielt kabel op til pc'en. Til serverløsningen er der monteret et kommunikationsmodul i serveren, hvilket gør, at man kan kontrollere alle UPSens parametre.

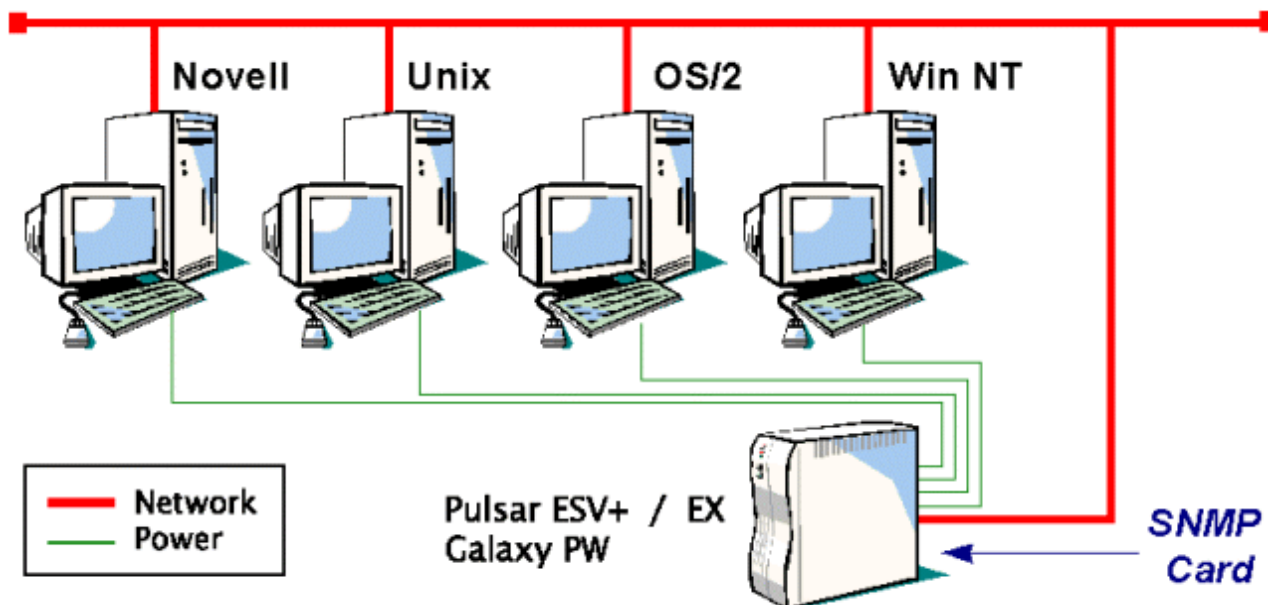


Til større netværk er det muligt at investere i UPS'er, der kan kommunikere direkte med netværket.

Her ses to UPS'er fra MGE, den første har en indbygget SNMP (Simple Network Management Protocol), som gør at der kan sendes traps til en SNMP konsol. Den anden er vist med et eksternt netværksadapterkort, hvor der er en normal seriel kommunikation mellem UPS'en og Netværksinterfacet.

Der er flere fordele ved at bruge en UPS med et netværksinterface. UPS'en får sin egen IP adresse, og man vil så f.eks. over internet kunne kommunikere med denne. UPS'en vil kunne sende beskeder, selv om serveren er gået ned. Det er denne løsning, man anbefaler ved større eller ved kritiske løsninger.

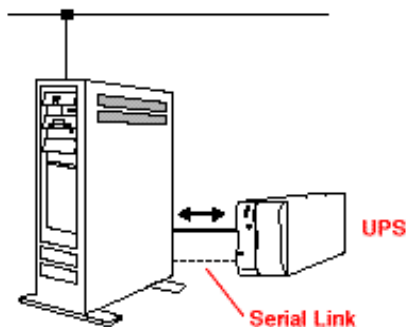
KABLING AF DATAANLÆG, UPS TEKNOLOGI



Her ses en løsning, hvor UPS'en forsyner fire servere.

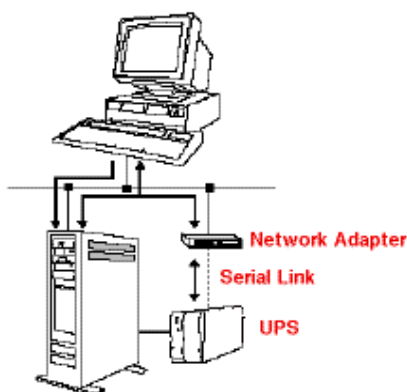
UPS'en og SNMP

Før i tiden var det nok at kommunikere med en UPS via den serielle port. Forsvandt forsyningsspændingen, blev serveren adviseret, og nedlukningsproceduren startede. Men med den centralisering af netværk som vi i dag oplever, er denne løsning ikke tilstrækkelig.



Derfor skal der nyere og mere avancerede løsninger til. Den løsning, der giver flest muligheder, er ved at implementere en SNMP agent i UPS'en. Den vil gøre at SNMP konsollen vil kunne spørge UPS'en om alt muligt; kapacitet, temperatur, tilstand, m.m.. Med en SNMP agent implementeret, vil det være muligt at sende alarmer, til udvalgte konsoller med oplysninger om en eller anden indtruffen tilstand.

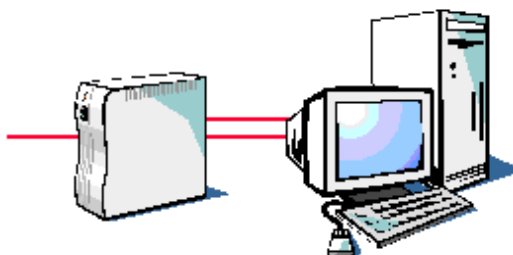
RFCen 1628 beskriver implementering af SNMP i en UPS. MIBen består af i alt 10 hovedgrupper.



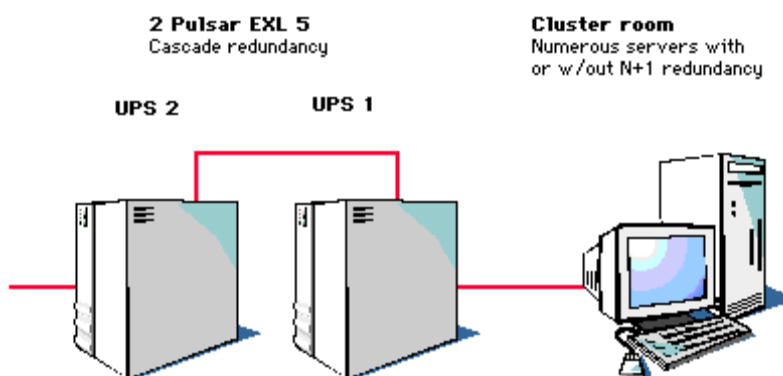
Redundance i UPS-installationer

UPSen bliver installeret for at levere forsyning til en computer i tilfælde af at forsyningsspændingen forsvinder.

Her ses en computer med to strømforsyninger samt en UPS til nødforsyning.



En anden og bedre løsning er at der monteres to stk. UPS, hvor den ene fungerer som backup.



Gode grunde til at investere i en UPS

90 % af alle firmaer som oplever et total computernedbrud, og ingen nødplan har, lukker inden for 18 måneder.

25 % af alle computernedbrud skyldes forsyningsspændingen.

Forsikringen dækker ikke "goodwill", som tabes på grund af ens omdømme efter et computernedbrud.

Computernedbrud koster mange penge og mandetimer, før man er oppe at køre igen. Dette tab kunne ellers have været et overskud.

Ved forsyningsnedbrud og med et godt backupsystem, tager det typisk 4 timer før man er oppe at køre igen.

Over 33 % af de firmaer som oplever et computernedbrud, bruger mere end en dag før de er oppe at køre. 10 % bruger over en uge.

Forsikringssager vedrørende computernedbrud er besværlige og tager lang tid.

Der skal bruges meget tid på genetablering og geninstallation af tabte data.

KABLING AF DATAANLÆG, UPS TEKNOLOGI

Token Ring

I starten af firserne kom der flere udbydere af netværkskomponenter. IBM levede af at levere større mainframe løsninger, men var også begyndt at levere pc'er. Pc'er kostede den gang over 20.000.- kr., deres hastighed var 4,77 MHz, og floppedrevet var enkeltsidet. Ramlageret var på 16 kbyte. Til lagring af større filer blev der brugt en båndoptager.

IBM stod for kvalitet og driftssikkerhed, og deres nye netværk skulle også leve op til dette. Det var væsentligt, at man kunne forudsige hvornår og hvor sikkert data kom gennem nettet. Derfor blev Token Ring skabt. Kablingen består af en stjerneinstallation med type 1, 2, 6 eller 9 kabler, og arbejder med en MAU (multiple access unit), en slags hub. Der sendes en stafet (Token) rundt i nettet, som holder styr på, at der kun er en ad gangen, som kan bruge nettet. Dette bevirker, at der ikke optræder kollisioner (som der gør i ethernet).

Det første netværk arbejdede med en hastighed på 4Mbit, (som svarer til ethernets 10Mbit). Senere kom 16 Mbit og der findes også 100Mbit.

I Danmark producerede Olikom Token Ring komponenter i stor stil, men Token Ring netkort kostede altid over kr. 2500,00 og efterhånden kunne man købe 100 Mbit ethernet til under kr.100,00.

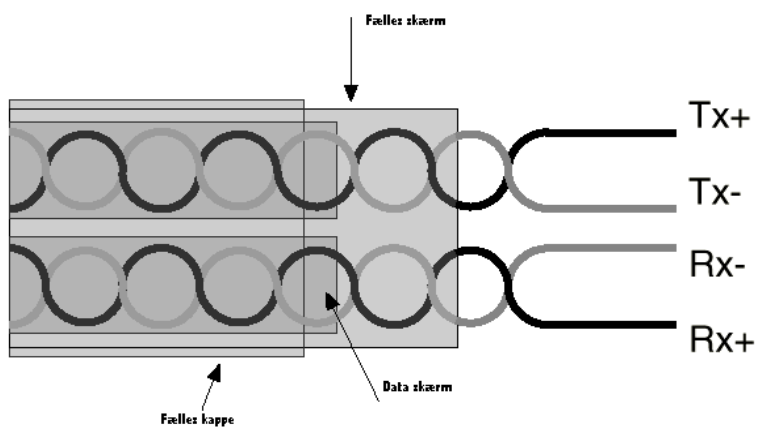
Det er gået stærkt i de sidste år med nedtagning af Token Ring installationer. De fleste banker er ved at være færdige med deres opgradering eller udskiftning til ethernet. Der er dog stadig Token Ring installationer i brug, og derfor også et behov for at kunne servicere disse.

I slutningen af 90erne var andelen af Token Ring nede på under 5 % og i dag kan andelen vel næppe måles.

KABLING AF DATAANLÆG, IBM KABLING

STP kabel

STP kabel til IBM Token Ring Installationer



Farver i IBM installationer

Farve	Brug
Sort	TX-
Rød	RX+
Grøn	RX i
Orange	TX +

Token Ring i PDS installationer

Farve	568A	568B
Hvid / blå	TX +	RX +
Blå	TX -	RX -
Hvid / Orange	RX +	TX +
Orange	RX -	TX -
Hvid / Grøn	Bruges ikke	
Grøn		
Hvid / Brun		
Brun		

IBM Kabler**Type 1**

Dette kabel består af to par fast 22 AWG (American Wire Gauge). De to par har deres egen skærm samt en fælles skærm.

Type 2

Type 2 kablet er som type 1, men det indeholder desuden 4 par telefonledninger. Man anbefaler dog ikke at bruge disse til telefoni, da det kan give støjproblemer.

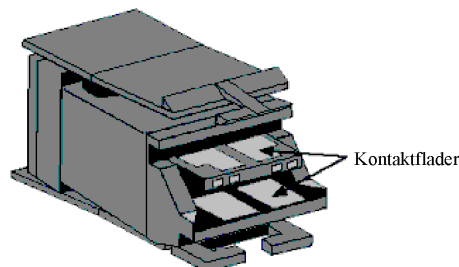
Type 6

Type 6 er som type 1, men der benyttes mindre dimensioner (AWG 26). Det gør at kablet er mere fleksibelt.

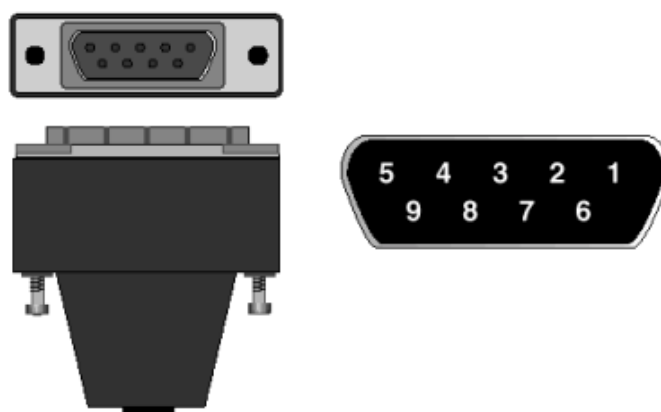
Type 9

Denne type er som type 6, men der benyttes typisk en flettet midterleder. Kablet er meget velegnet til dropkabel.

Kabeltyperne 6 og 9 er relativ tynde og kan derfor ikke føre signalerne over ret lange afstande. Anvendes type 6 eller 9, må den samlede kabellængde reduceres 3/4 i forhold til kabeltyperne 1 og 2.

**Stik i token ring
installationer****IBM LAN stik**

Til IBM Lan installationer bruges denne hermafrodit eller kombineret han/hun stik. I dag benyttes som regel et RJ 45 stik. Dette stik kaldes også for et IDC stik eller IBM Data Connector. Ud over at det er et hermafroditstik, har det også den fordel, at de to par bliver sluttet sammen når stikket tages fra udstyret, således at ringen bibeholdes. Ved Token Ring installationer, som benytter RJ 45 stik, skal man passe på at ringen ikke brydes (specielt i Ring In/Ring Out) da disse stik ikke laver denne kortslutning eller vedligeholdelse af ringen. Til montering på selve netkortet er der ikke plads til denne form for stik, så her benyttes et SUB D stik. (den samme som til VGA skærm)



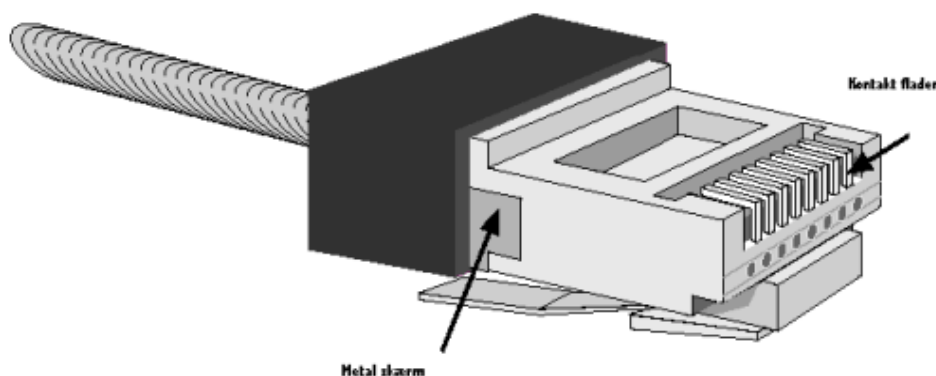
Ledninger fra en IBM LAN stik til SUB D 9 pol stik.

KABLING AF DATAANLÆG, IBM KABLING

STP farve	IEEE 802.5 signal	DB9 klemme
Sort	TX -	1
Grøn	RX -	5
Orange	TX +	6
Rød	RX +	9

Er installationen en PDS installation kan det være en UTP eller STP installation.

Er der tale om at bruge STP skal der benyttes et skærmet RJ 45 stik.



KABLING AF DATAANLÆG, IBM KABLING

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEST

Det er utrolig vigtigt at ens datainstallation bliver smart og brugbar, og er velegnet til transport af mange forskellige former for data.

Defor skal testen udføres efter en kabelstandard og ikke efter en netværksstandard.

Når et kabel skal testes, er der mange enkelte tests der skal opfyldes. Nogle test standarder kræver flere test end andre.

Er der tale om CAT 3, eller CAT 5 skal følgende testes:

- Wiremap
- Attenuation
- NEXT
- ACR
- Længde

Er der tale om CAT 5E og fremefter desuden:

- ELFEXT
- Return Loss
- PowerSum
- Propagation Delay
- Delay Skew

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEST

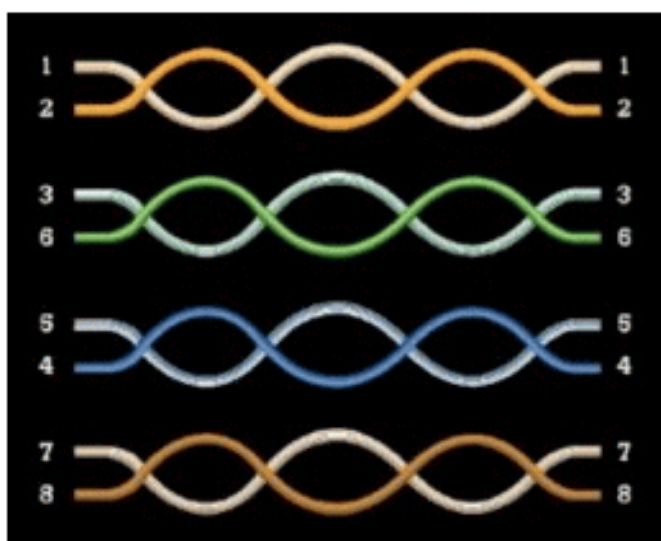
Ser vi på de enkelte tests.

Wiremap.

Her skal der testes for:

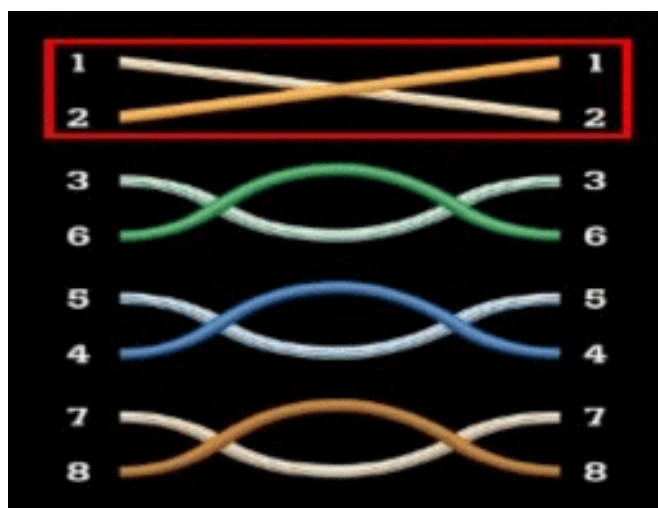
Forbindelser, kortslutninger, byttede par, krydsede par, samt blandede par.

Her er et eksempel på et godt kabel.



Gengivet med tilladelse fra Fluke

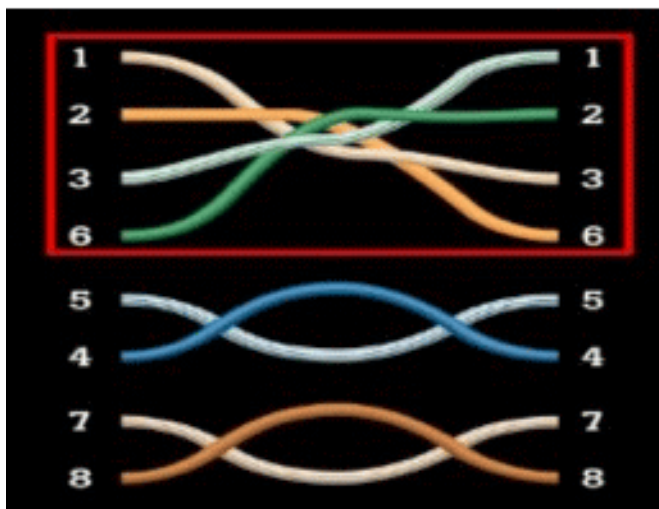
Her udført efter 568B



Gengivet med tilladelse fra Fluke

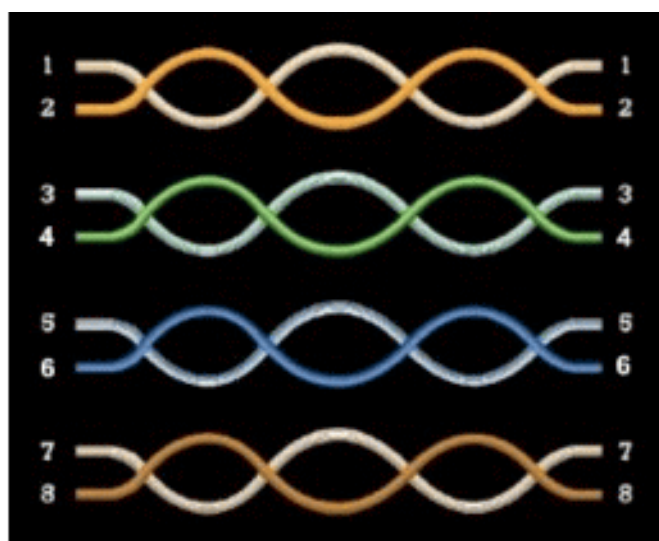
Her er et eksempel med krydsede par. Alle tester kan finde denne type af fejl.

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEST



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Dette kaldes for transposed par (altså to par der er byttede), denne løsning bruges som krydskabel, og er derfor ikke altid en fejl.

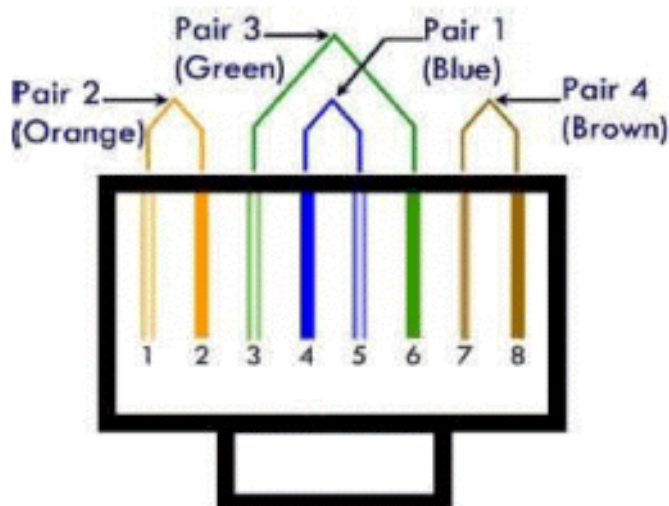
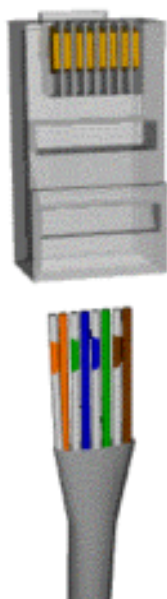


Gengivet med tilladelse fra Fluke

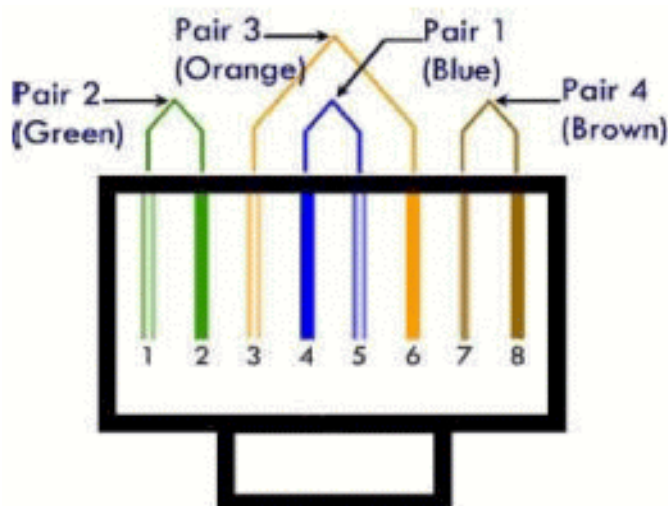
Her er et eksempel på split par, to par er fordelt forkert.

Dette skyldes, at man ikke har monteret parrene på de korrekte klemmer, men typisk fortløbende. Dette vil give NEXT, FEXT problemer; mange billige tester vil ikke kunne afsløre denne fejl.

Det er nødvendigt, at der monteres efter TIA EIA 568A eller 568B

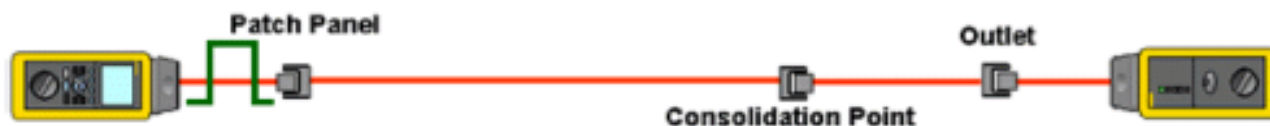
**TIA EIA 568A eller TIA
EIA 568B****Dette er for TIA568B**

Gengivet med tilladelse fra Fluke
Man kan se at vi her starter med de orange par.

Her for TIA 568A

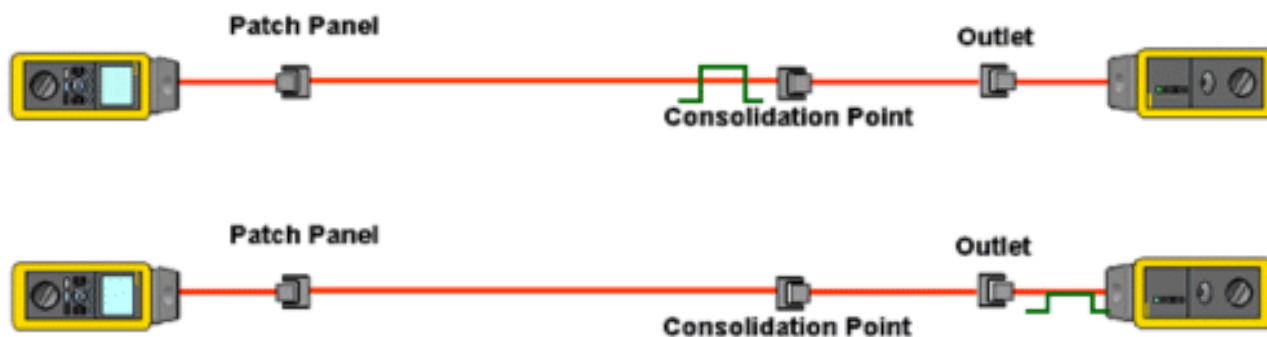
Gengivet med tilladelse fra Fluke
og her med det grønne par.

Dæmpning



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Når et signal transmitteres og signalet bliver mindre og mindre, kaldes det for dæmpning.



Her ses, at signalet bliver svagere og svagere

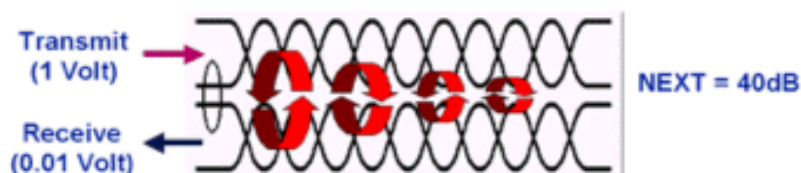
Dæmpning måles i dB, jo større dæmpning, jo større tab. Dæmpning skal være så lille som mulig.

KABLING AF DATAANLÆG, KABELTEST

NEXT

NEAR END CROSS TALK eller krydstale.

Dette er overføring fra et par til et andet.



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Der skal udføres 6 NEXT målinger i hver ende mellem de enkelte par:

1,2- 3,6

1,2- 4,5

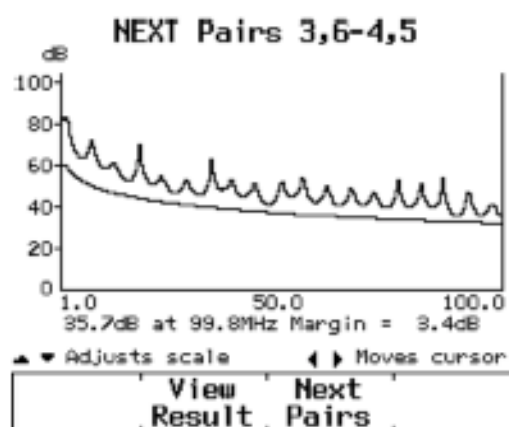
1,2-7,8

3,6-4,5

3,6-7,8

4,5-7,8

NEXT værdier skal være så høje som mulige.

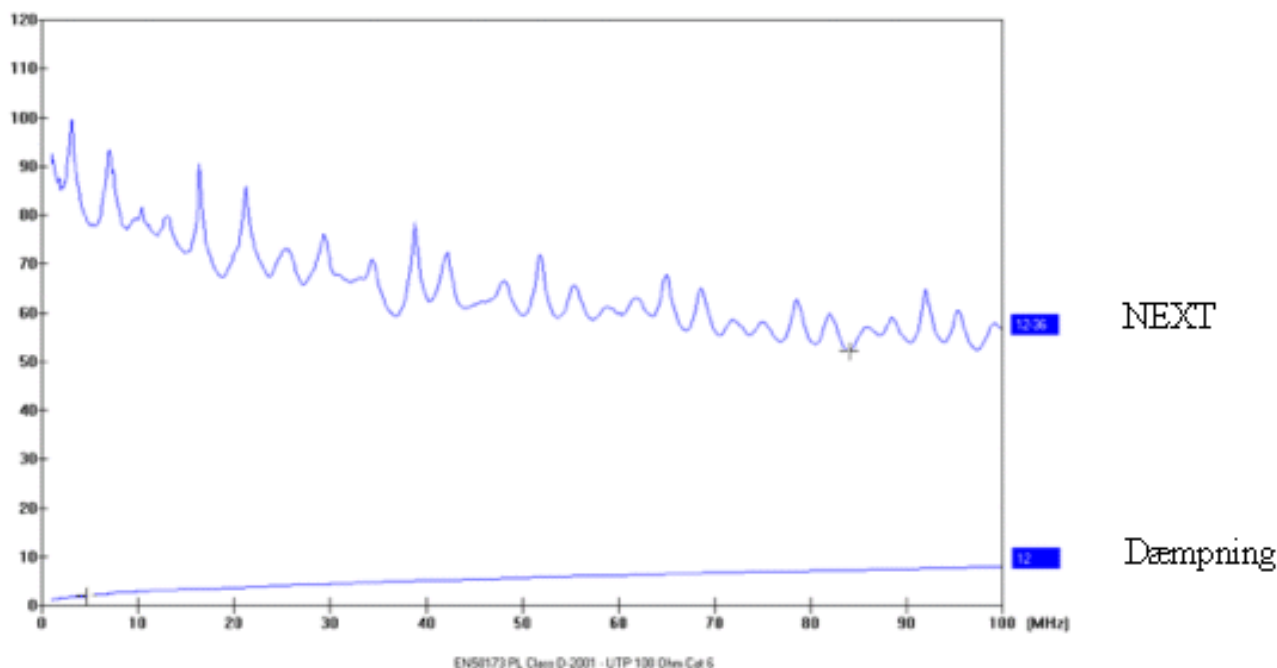


Den bølgende streg er det målte. Den pæne streg er normen.

ACR

Attenuation to Crosstalk Ratio

Forholdet mellem dæmpning og krydstale.



Gengivet med tilladelse fra Fluke

ACR skal være så stort som muligt.

For at der kan overføres data kræves der en ACR på ca. 8-10 dB

PSACR

Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio

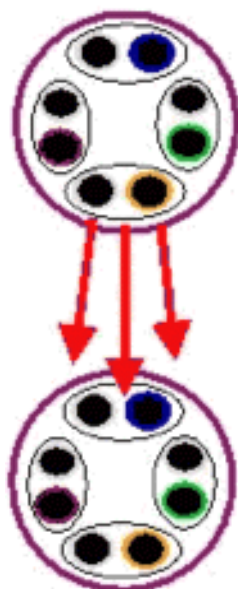
PSACR er igen en beregning, og ikke en måling. Det er resultatet af en algebraisk sammenlægning af de individuelle ACR tests. Der er fire PSACR test ved hver ende.

Typisk vil man opleve, at PSACR er 3dB ringere end ACR.

Alien Crosstalk

Dette problem opstår når kabler ligger ved siden af hinanden. Det er praktisk talt umuligt at måle, da man skal have synkroniserede måleinstrumenter i begge kabler, i begge ender.

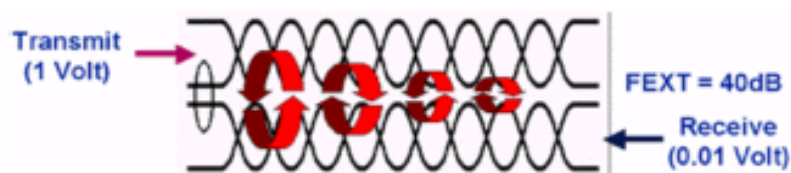
Her ser vi, at der opstår krydstale fra et par i et kabel til et par i et andet kabel. Dette opstår typisk ved kabler over 15 m i længden, og specielt i UTP kabler



Gengivet med tilladelse fra Microtest.

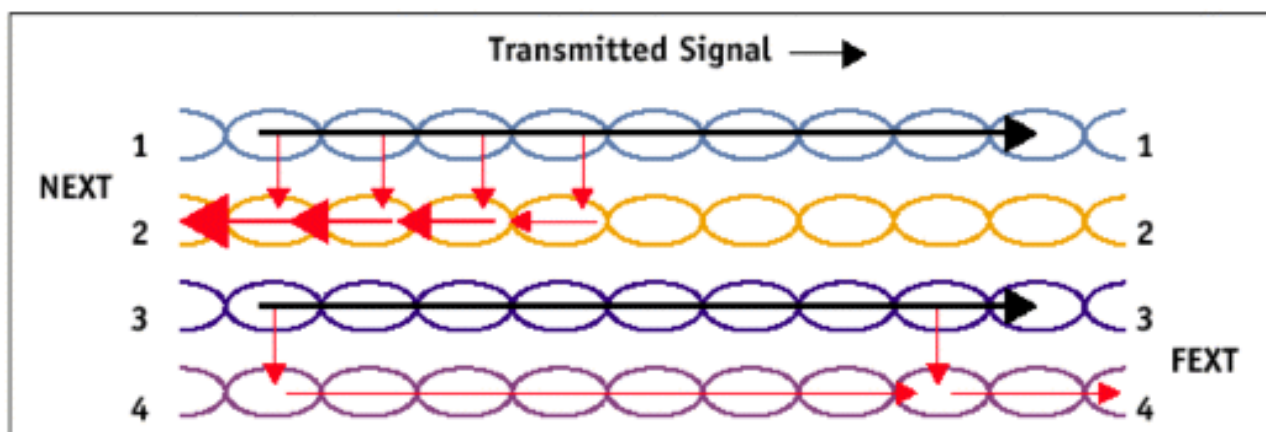
FEXT**FAR END CROSS TALK**

Krydstale i modsat ende af kablet. Signalet sendes gennem kablet, det dæmpes, og der måles overføring i modsat ende.



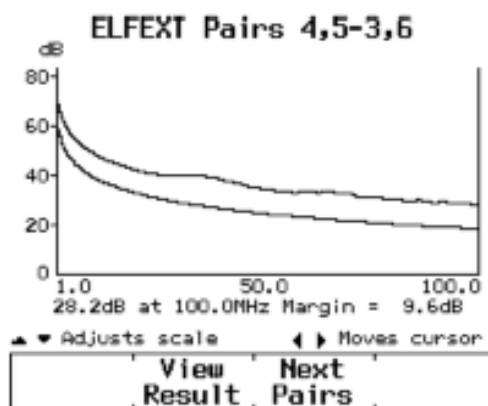
Gengivet med tilladelse fra Fluke.

På grund af dæmpning vil man opdage, at FEXT er meget lavere ved lange kabellængder. Hvilket betyder, at FEXT kun har mening, når man samtidig kender dæmpningen. FEXT bliver næsten altid målt, men ikke rapporteret. FEXT bruges til beregning af ELFEXT.

NEXT/FEXT

Gengivet med tilladelse fra Fluke

Her vises NEXT ved par 1 og 2, og FEXT ved par 3 og 4

ELFEXT

EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK.

Er når man modregner dæmpningen.

Den øveste streg er FEXT, den nederste er normen.
FEXT skal være så højt som muligt.

ELFEXT er et beregnet resultat, og ikke et målt. ELFEXT beregnes ved at trække dæmpningen fra det udsendende par, og FEXTen fra det modtagende par. Dette resulterer i, at man kompenser for kabellængden. Hermed et eksempel ved en 50 m link og en 100 m link

	Ved 50 m	Ved 100 m
FEXT	- 45	-54
Dæmpning	-11	- 20
ELFEX	$-45 - (-11) = -34 \text{ dB}$	$-54 - (-20) = -34 \text{ dB}$

Resultaterne bliver nu ens og er sammenlignelige.

Man kan også sige at ELFEXT er som Far End ACR. Der bliver 12 ELFEXT resultater fra begge ender (i alt 24 resultater)

PSELFEXT

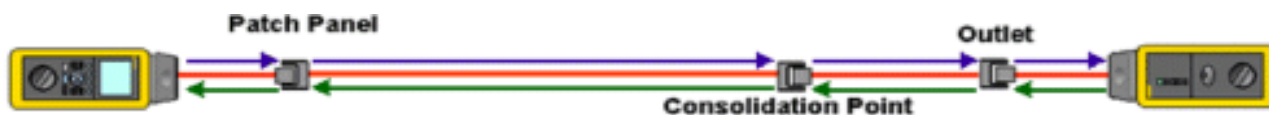
Power Sum Equal Level Far End Cross Talk

Dette er igen en beregning, og ikke en måling. Det er resultatet af en algebraisk sammenlægning af de individuelle ELFEXT på et par fra de andre tre.

Der er fire PSELFEXT resultater i begge ender (i alt 8 stk.)

Typisk vil man se, at PSELFEXT resultater er 3 dB ringere end den ringeste ELFEXT.

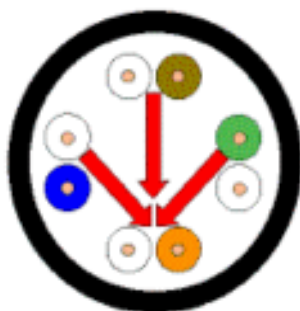
Return Loss



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Her ses at der sendes et signal ud fra instrumentet, og ved alle punkter vil der blive tilbagesendt en refleksion.

Power Sum



Power Sum målinger er et udtryk for, at der overføres signaler fra 3 par til det sidste par.

Propagation delay



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Dette er forsinkelse. Eller den tid som det tager at komme fra det ene stik til det andet. Det udtrykkes i nanosekunder.

Det har kun indflydelse i de installationer hvor der transmitteres i samme retning i flere par på samme tidspunkt. Det er Vp faktoren, som har indflydelse på tiden.

Delay skew

Forskellen på forsinkelsen i de enkelte par.



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Delay skew er forskellen mellem hurtigste og langsomste par.

Det har kun indflydelse i de installationer hvor der transmitteres i samme retning i flere par på samme tidspunkt.

Link målinger

Der kan udføres 3 typer af målinger , Basic Link, Permanent Link og Chanel Link.

Basic Link



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Denne målemetode er forældet, og bør ikke bruges mere.

Permanent Link



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Denne måling bruges til at teste den faste installation og IKKE patch, drop og testkabler. Instrumentet er født med tilslutnings kabler.

Channel



Gengivet med tilladelse fra Fluke

Denne måling inkluderer KUNDENS drop- og patch-kabler. Hvis der måles Link og målemetoden er channel vil man have en større tolerance, og næsten altid få godkendt installationen.

**Kabelstandarde og
standardiserings-
organisationer**

De første forsøg på at lave et egentligt fælles regelsæt for kabler blev foretaget i midten af firserne. Før dette tidspunkt var der som regel kun krav affødt af leverandør.

EIA/TIA-568

I juli 1991 vedtog Electronic Industries Association/Telecommunications Industrie Association en ANSI/EIA/TIA-568 "Commercial Building Telecommunications Wiring Standard". Denne standard beskrev de elektriske og mekaniske egenskaber for Amerikanske Premises Cabling systemer. Denne standard indeholdt specifikationer for 100 ohms UTP (unshielded twisted pair), 150 ohms STP (Shielded twisted pair), 50 ohms coax samt 62,5/125 μm fiber. Parsnoet kabel var elektrisk specificeret op til 16 MHz.

TSB 36

I november 1991 udkom en Technical Systems Bulletin 36, som opdelte UTP kabler i kategorier. TSB 36 beskrev fra CAT 1 til CAT 5. TSB 36 erstattede 150 ohms STP med en 100 ohms STP med forbedrede værdier med hensyn til NEXT op til 100 MHz.

TSB 40

For at man kunne definere det udstyr, som skulle kunne tilkobles kabler fra før standardiseringen, blev TSB 40 vedtaget. Her beskrives, hvordan udstyr skal tilkobles i CAT 3, 4 og 5 installationer med hensyn til NEXT og dæmpning. Der var desuden installationsprocedurer med hensyn til afsnoring af ender, og fjernelse af kappen på CAT 4 og CAT 5 kabler.

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

ISO/IEC 11801

I Maj 1995 vedtog ISO (International Organisation for standardisation) samt IEC (International Electrotechnical Commission) ISO/IEC 11801 "Generic Cabling for Customer Premises". ISO/IEC 11801 definerer channel som hele den horisontale kabling inklusive patch- og dropkabler, men ikke stikket til udstyret. ISO tilføjer link delen, som går fra rack til vægudtag - eller den del, som en installatør efterlader. Den er siden blevet opdateret i 2002 og 2008.

Link modellen benyttes til at definere minimumskrav til installationen. Der blev defineret 4 link klasser: A til D, med D som den højeste, op til 100 MHz. En anden forskel mellem ISO/IEA 11801 og TIA/EIA-568A var beskrivelsen af både 100 og 120 ohms skærmede kabler.

	NEXT			ATTENUATION			ACR		
Frequency	11801	TSB 67		11801	TSB 67		11801	TSB 67	
(MHz)	Class D Link	CAT 5 Channel	CAT 5 Link	Class D Link	CAT 5 Channel	CAT 5 Link	Class D Link	CAT 5 Channel	Class 5 Link
1	54	60	60	2,5	2,5	2,1		57,5	57,9
4	45	50,6	51,8	4,8	4,5	4	40	46,1	47,8
8		45,6	47,1		6,3	5,7		39,3	41,4
10	39	44	45,5	7,5	7	6,3	35	37	39,2
16	36	40,6	42,3	9,4	9,2	8,2	30	31,4	34,1
20	35	39	40,7	10,5	10,3	9,2	28	28,7	31,5
25		37,4	39,1		11,4	10,3		26,0	28,8
31,25	32	35,7	37,6	13,1	12,8	11,5	23	22,9	26,1
62,5	27	30,6	32,7	18,4	18,5	16,7	13	12,1	16,0
100	24	27,1	29,3	23,2	24	21,6	4	3,1	7,7

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

Ser vi på EIA/TIA 568 og TSB-36 er kravene til dæmpning og NEXT følgende.

Frekvens	Dæmpning dB/1000 ft			Dæmpning dB/1000 ft			NEXT dB for 1000 ft.			NEXT dB for 1000 ft.		
	Cat3	Cat4	Cat5	Cat3	Cat4	Cat5	Cat3	Cat4	Cat5	Cat3	Cat4	Cat5
4 MHz	17	13	13	1.7	1.3	1.3	32	47	53	34.7	50.5	56.5
8 MHz	26	19	18	2.6	1.9	1.8	28	42	48	29.6	44.3	50.5
10 MHz	30	22	20	3.0	2.2	2.0	26	41	47	27.3	43.0	49.2
16 MHz	40	27	25	4.0	2.7	2.5	24	38	44	23.7	39.5	45.7
20 MHz		31	28		3.1	2.8		36	42		37.2	43.2

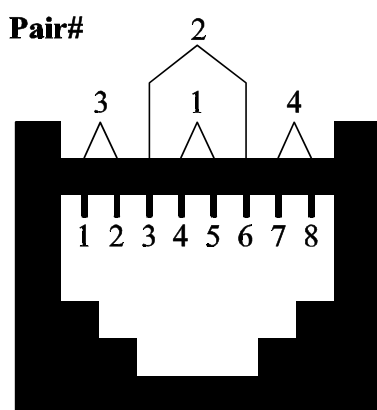
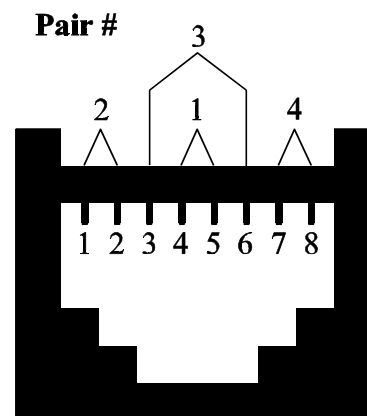
Man kan her se, at jo højere frekvens der arbejdes med, jo mere dæmpning er der tilladt. NEXT værdien falder også ved højere frekvenser.

TIA/EIA-568A og B

Denne standard beskriver hvilke par, der bruges i de enkelte stifter. Der er dog to monteringsvariationer. Disse betegnes henholdsvis 568A og 568B. Den eneste forskel på de to variationer er placeringen af par 2 og 3.

Par 1	hvid - blå / blå
Par 2	hvid - orange/orange -
Par 3	hvid - grøn /grøn
Par 4	hvid - brun / brun

På disse tegninger ses der ind i stikket.


EITA/TIA568 A

EITA/TIA568 B

Farver:

EIA 568-A	EIA 568-B
1 hvid grøn	1 hvid orange
2 grøn	2 orange
3 hvid orange	3 hvid grøn
4 blå	4 blå
5 hvid blå	5 hvid blå
6 orange	6 grøn
7 hvid brun	7 hvid brun
8 brun	8 brun

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

TIA/IEA 568 Amendments (tilføjelser)	Siden TIA/EIA 568 blev vedtaget, er der løbende kommet ændringer.
TIA/IEA-568-A-1	Propagation og Delay skew. Den første tilføjelse dækker forsinkelsen i kablet, samt hastighedsforskellen i de enkelte par.
TIA/IEA-568-A-2	Ændringer på grund af den teknologiske udvikling. 1. Beskrivelse af et centraliseret fiberoptisk system. Anbefaling af en 62,5/125 fiber. 2. Ændring af krav vedrørende de fysiske og mekaniske forhold. 3. Krav om at udstyr ikke bør leveres med krydsede adapterporte, men leveres med krydskabler. 4. En ændring i testproceduren, ude i marken. 5. En reducere af styrkekravet til SC konnektor. 6. Kontaktmodstand ændret fra max 1mohm til 2,2 mohm.
TIA/IEA-568-A-3	Introduktion af hybrid- eller multikabler. Der er opstået behov for specielle kabler, med flere typer af ledere, sm/mm fiber, CAT 5 osv.
TIA/IEA-568-A-4	En ny metode til test af NEXT i patchkabler.
TIA/IEA-568-A-5	Forny et krav til test af CAT 5e installationer.

Krav til CAT 5 installationer

Ved test efter CAT 5 performance skal følgende foretages.

Tegning af Wire map

En tegning der viser hvordan kablet er fortrådet, og hvordan de enkelte par er sammensat.

Måling af længde

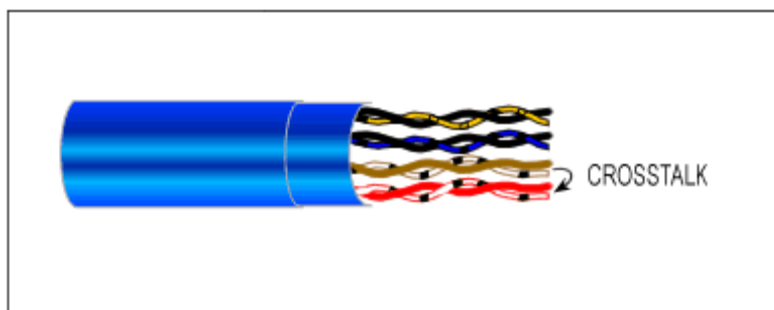
En måling af hvor langt kablet er. Denne skal sikre, at man ikke udlægger for lange segmenter, som vil kunne resultere i, at "end to end" linken bliver for lang. Dette vil kunne frembringe "late events", som vil give problematiske kollisioner i netværket.

Måling af attenuation (dæmpning)

Målt i dB, er et udtryk for hvor meget af signalet som går tabt. Dæmpningen stiger med kablets længde, med datafrekvensen, og (i mindre) grad kablets temperatur.

Måling af NEXT (Near End Crosstalk)

Også målt i dB, er et udtryk for overhøring fra et signalpar til et andet par. Next er målt ved den tætteste ende (Near End). NEXT måles mellem alle par, og stiger med frekvensen.



**Problemer med DUAL
CAT 5e kabler**

Der er tid at spare ved at bruge dual kabler (dobbel CAT 5e). Der er dog et mindre problem ved brug af disse.

Skal installationen testes efter TIA/EIA-568A-5, 50173-2000 eller IOS 11801, så kræves der at et Dual UTP kabel skal have 3 dB bedre Power Sum NEXT end pair to pair NEXT.

Standarden foreskriver

NEXT 35,3 dB ved 100 MHz

PS NEXT 32,3 dB ved 100 MHz

Det betyder, at PS NEXT skal op på mindst 38,3 dB.

Da der kan være en produktionsmarginal på 3 dB, betyder det, at PS NEXT skal op på 42 dB. Altså en forøgelse på i alt 9 dB (formentligt meget dyrt).

CAT 5 og videre

Efter at man nu har fået installeret CAT 5 over det hele, og kablets båndbredde er ved at være opbrugt, er der nye muligheder på vej. Begreber som "enhanced performance" eller "CAT 5+" er dukket op.

Der er også fremført levels, som kun dækker selve kablet.

Level 5

- sådan set det samme som CAT 5 men med nye specifikationer, 10 dB par til par ACR (forholdet mellem krydstale og dæmpning) ved 100 MHz samt 10 dB power sum ACR ved 80 MHz.

Level 6

- et nyt level, der specificerer 10 dB par til par ACR ved 155 MHz og 10 dB power sum ACR ved 100 MHz.

Level 7

- endnu et nyt level med 10 dB par til par ACR ved 200 MHz og 10 dB power sum ACR ved 160 MHz.

Par til Par ACR**Power Sum ACR**

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

Desværre omfatter disse levels kun kabler, og som bekendt benytter et netværk både kabelkonnektorer samt netværksudstyr. Derfor er der kommet tilføjelser til ANSI/TIA/EIA UTP specifikationerne.

Parameter	Cat 5	Cat 5e
Power Sum NEXT		👍
Power Sum ELFEXT	👍	👍
Return Loss	👍	👍
Insertion Loss Deviation (ikke helt fastlagt)		👍
Balance		👍

ELFEXT

ELFEXT (Equal Far end Crosstalk) er ikke en målt værdi, men kan beregnes ved at trække dæmpningen (Attenuation) fra FEXT (Far End Cross Crosstalk).

Eksempel:

$$\text{FEXT} = 45 \text{ dB Attenuation} = 11 \text{ dB}$$

$$\text{ELFEXT} = 45 - 11 = 34 \text{ dB}$$

Insertion Loss Deviation

Insertion Loss er det signaltab, som fremkommer når et signal skal passere en konnektor eller andet netværksudstyr. For at bestemme det samlede tab fra de indskudte netværks komponenter (konnektorer etc.) kan man ikke blot lægge tabet fra de enkelte komponenter sammen - men må måle hele tabet. Insertion Loss Deviation (IDL) er forskellen mellem det beregnede tab og det målte. Insertion Loss Deviation måles i dB.

CAT6 og CAT 7

Der er også nye standarder på vej; CAT 6 /klasse E samt CAT 7 / klasse F

CAT 6 specificerer kabelsystemer med en channel performance på op til 200 MHz og CAT 7 specificerer kabelsystemer med en channel performance på op til 600 MHz. Der er forslag om at hæve disse værdier til henholdsvis 250 og 750 MHz.

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

Til sammenligning er her en oversigt over de forskellige kombinationer:

Worst-case channel performance at 100 MHz				
Parameter	Category 5 and Class D with additional requirements TSB95 and FDAM 2	Category 5e ('568-A-5)	Proposed Category 6 Class E (Performance at 250 MHz shown in parentheses)	Proposed Category 7 Class F (Performance at 600 MHz shown in parentheses)
Specified frequency range	1-100 MHz	1-100 MHz	1-250 MHz	1-600 MHz
Attenuation	24 dB	24 dB	21.7 dB (36 dB)	20.8 dB (54.1 dB)
NEXT	27.1 dB	30.1 dB	39.9 dB (33.1 dB)	62.1 dB (51 dB)
Power-sum NEXT	N/A*	27.1 dB	37.1 dB (30.2 dB)	59.1 dB (48 dB)
ACR	3.1 dB	6.1 dB	18.2 dB (-2.9 dB)	41.3 dB (-3.1 dB)
Power-sum ACR	N/A	3.1 dB	15.4 dB (-5.8 dB)	38.3 dB (-6.1 dB)
ELFEXT	17 dB (new requirement)	17.4 dB	23.2 dB (15.3 dB)	under udarbejdelse
Power-sum ELFEXT	14.4 dB (new requirement)	14.4 dB	20.2 dB (12.3 dB)	under udarbejdelse
Return loss	8 dB* (new requirement)	10 dB	12 dB (8 dB)	14.1 dB (8.7 dB)
Propagation delay	548 nsec	548 nsec	548 nsec (546 nsec)	504 nsec (501 nsec)
Delay skew	50 nsec	50 nsec	50 nsec	20 nsec

*Classe D return loss krav ved 100MHz er 10dB. Classe D power sum NEXT loss er 24,1 dB ved 100 MHz

Hvilken kabelkategori skal jeg vælge?

Skal der laves en ny installation, skal der tages stilling til hvilken kabelkategori man skal vælge.

CAT 5

Fordele:

Understøtter 10BASE T samt 100 BASE T

Er en veletableret standard

Med ekstra tests understøttes 1000 BASE T

Meget billigt (installation samt komponenter).

Ulemper:

Understøtter ikke højere hastigheder

Ingen fremtidssikring

Bliver undladt i næste TIA/IEA- 568 standard.

Hvornår skal det bruges?

Ved discount installationer

Når 100 BASE T er den højeste hastighed nu og i fremtiden.

Ingen planer om opgradering til gigabit hastigheder.

Ved installationer, der skal skrottes inden for et par år.

Enhanced CAT 5 (CAT 5e)

Fordele:

Understøtter 10 BASE T samt 100 BASE T

Standard vedtaget i november 1999

Understøtter 1000 BASE T uden yderligere tests.

Ulemper:

Understøtter ikke meget høje hastigheder.

Er ca. 10-20 % dyrere end CAT 5

Hvornår skal det bruges?

Minimum i dag

Ved ønske om understøttelse af gigabit i fremtiden

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDE

Inget ønske om meget høj hastigheds LAN multigigabit.

Holder formentlig i 5- 7 år.

CAT 6

Fordele:

Understøtter 10 BASE T samt 100 BASE T

Understøtter 1000 BASE T uden yderligere tests.

Er det mest fremtidssikre UTP i dag.

Ulemper:

Ikke godkendt til dato (forventes i 2001)

30 % dyrere end CAT 5

15 % dyrere end CAT 5e

Alt skal købes fra samme producent.

Når man skal køre 1000 BASE T

1. Der er 3 muligheder
2. Din installation understøtter CAT 5 samt yderligere krav som defineret i TSB95 .
3. Eller din installation overholder CAT 5e.
4. Eller din installation overholder det forventede CAT 6.

**TIA/EIA-606
Dokumentation**

Ser vi på TIA/EIA-606 er der omfattende krav om dokumentation. Disse krav er gældende for administration af kommunikationsinfrastrukturer i erhvervsejendomme.

TIA/EIA-606 omfatter følgende

Kabler

Konnektor

Udstyrstilslutninger (hub)

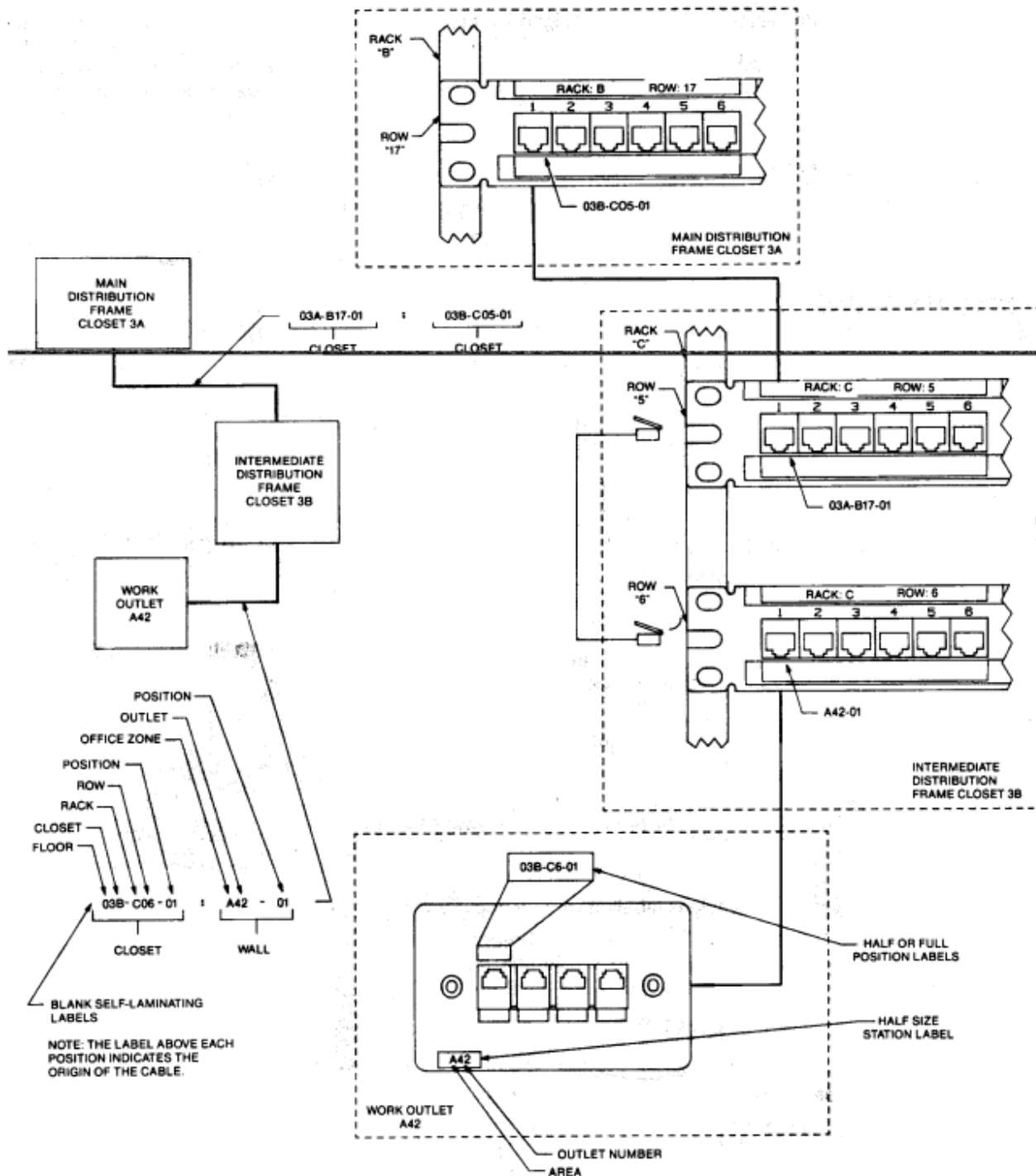
Patchpaneler

Føringsveje

Man skal huske at korrekt dokumentation af ALLE komponenter i ens netværkskablingsystem vil gøre det hurtigere og lettere at udføre fejlfinding, samt nemmere at udføre udvidelser eller ændringer.

Her ses et eksempel med et krydsfelt 3A; under det krydsfelt 3B samt et vægudtag A42.

KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDER



KABLING AF DATAANLÆG, KABELSTANDARDER

KABLING AF DATAANLÆG, 3- OG 4 dB-REGLER

3 og 4 dB-reglen

Det har vist sig, at det kan være svært at udføre målinger på korte strækninger. Dette skyldes, at når der bl.a. testes for NEXT, kommer der en refleksion fra det modsatte stik (ved korte kabler), og derfor har ANSI, ISO og Cenelec alle indført 3- og 4 dB-regler. Disse regler gør, at visse målinger IKKE udføres ved korte kabelinstallationer. Derfor er der mange der siger, at installation under 15 m ikke er tilladt.

ISO11801 PL max Class D

		Imped.	Wire Map	Res.	length	Delay Skew	Prop. Delay	Freq	Next *	Attn *	RL **	Acr	Elfext	PS Next *	PS Acr	PS Elfext
Cable Type	nvp	limit Ω	Required	Ω	Max	nS	nS	MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
UTP 100 Ω Cat 5 4 Pair Wire Map	69	NA	12345678S 12345678	<40	90m 295ft	<43	<498	1.0 4.0 10.0 16.0 20.0 31.25 62.5 100.0	60.0 54.8 48.5 45.2 43.7 40.5 35.7 32.3	4.0 4.0 6.0 7.7 8.6 10.9 15.8 20.4	19.0 19.0 19.0 19.0 19.0 17.1 14.0 12.0	56.0 50.8 42.5 37.5 35.0 29.6 19.8 11.9	58.6 46.6 38.6 34.5 32.6 28.7 22.7 18.6	57.0 51.8 45.5 42.2 40.7 37.5 32.7 29.3	53.0 47.8 39.5 34.5 32.0 26.6 16.8 8.9	55.6 43.6 35.6 31.5 29.6 25.7 19.7 15.6
ScTP 100 Ω Cat5 4 Pair Wire Map	69		12345678S 12345678													
NOTE: All limits derived from draft ISO/IEC JTC 1/SC 25 N 780, Date: 2002-05-07 * When attenuation is greater than 4 dB ** When attenuation is greater than 3 dB																

Ser vi på denne ISO 11801, Permanent Link klasse D måling, er der den regel, at såfremt dæmpningen er under 4 dB gælder NEXT, Attenuation og PSNEXT ikke. Er der tale om en dæmpning under 3 dB, gælder Return Loss heller ikke.

Kravene i TIA/EIA er noget strengere end kravene i ISO og Cenelec.

Det betyder, at korte installationer kan og vil blive godkendt, selvom de ikke vil kunne virke. Er der tale om en installation udført med f.eks. et CAT 3 kabel, og testes den efter Klasse D, vil den blive godkendt.

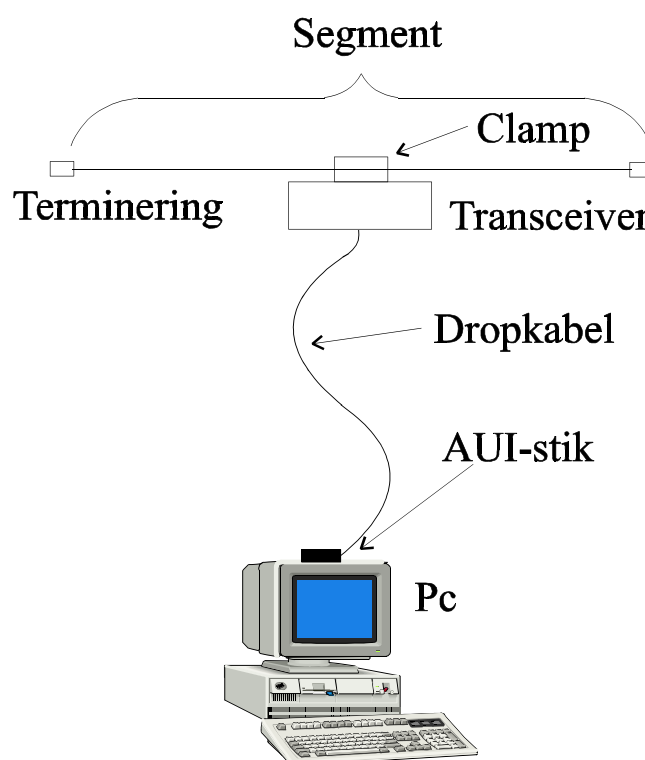
Typisk vil man opleve, at får man et headroom resultat på f.eks. 55 dB, så har man ikke en god installation, d.v.s ikke-målt installation.

Derfor skal man altid sørge for, at installationer altid har en dæmpning på over 4 dB, altså bruge mindst 15 meter kabel.

KABLING AF DATAANLÆG, 3-OG 4 DB-REGLER

COAX installationer

Coax løsninger er ustrukturerede, og ikke velegnede til segmentering. I tilfælde af, at de er udlagt ukorrekt, vil de være meget ustabile. Er installationen udført korrekt med hensyn til montering, oplægning, jording osv. vil den også være stabil. Men segmenteringsproblematikken gør at den ikke er særlig fremtidssikret.



Her er et eksempel på en 10 Base5 løsning, der benytter det gule ethernet som backbone. En løsning som ikke installeres mere. Men der er stadigvæk en stor del i brug.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

Denne løsning benytter sig af:

Gul ethernet backbone

Terminator (N konnektor)

Clamp

Transceiver

Dropkabel

Netkort med AUI interface

Max hastighed 10 Mbit

Clamp (AMP)



Transceiver monteret på en clamp. (AMP)

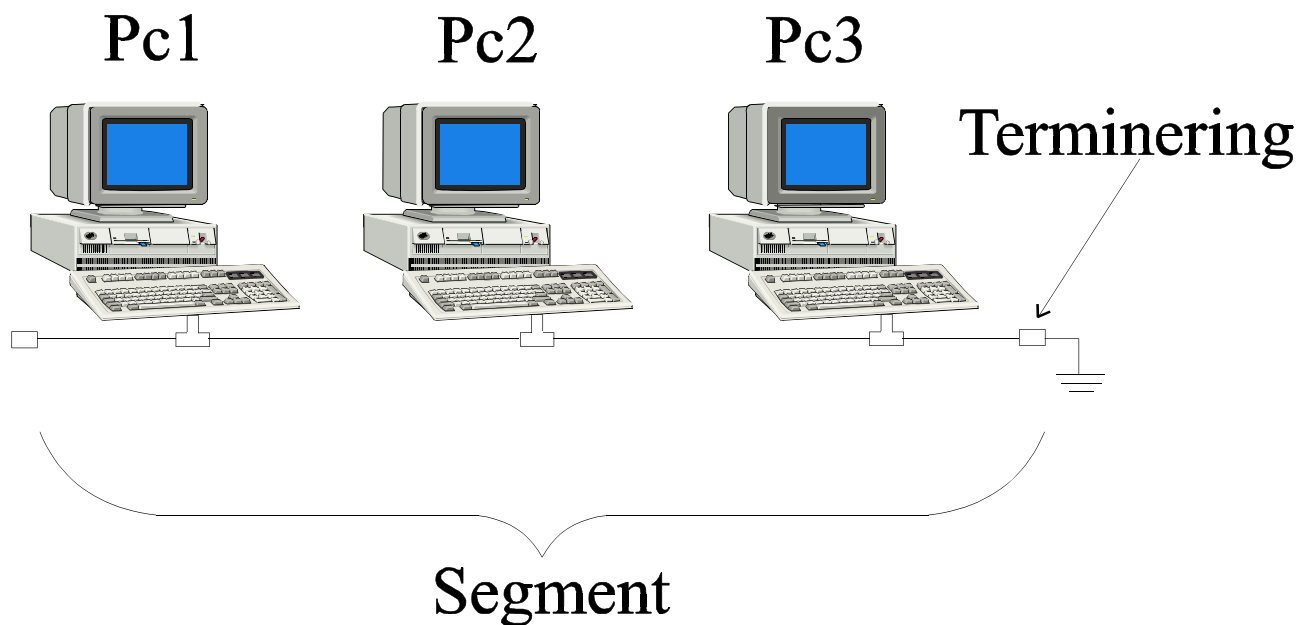


Coaxkabel



10 BASE2

Endnu en coax baseret løsning, med samme problemer som ved 10BASE5 installationsformen.



Dette er den simpleste løsning

RG 58

T stykker

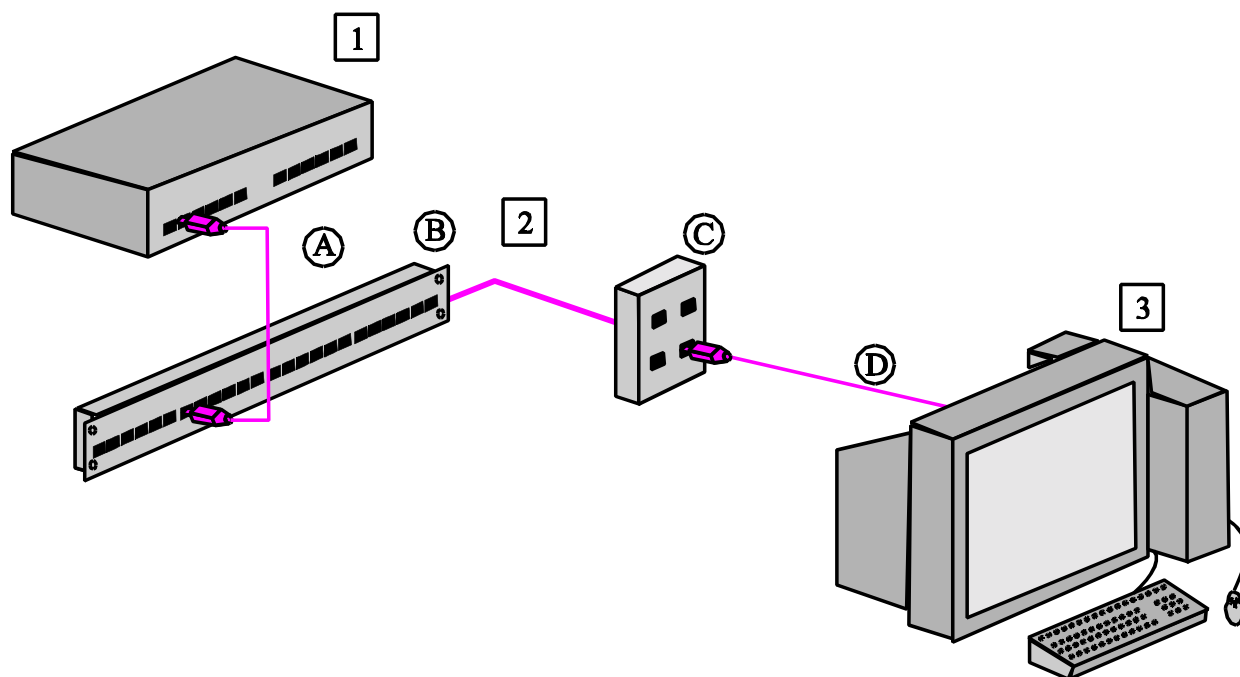
Netværkskort med BNC bøsning

Max hastighed 10 Mbit

Den strukturerede løsning

Den strukturerede løsning bygger på en universal kabelinstallation. Denne kategoriseres efter sin båndbredde. Denne båndbredde bestemmer så, hvor meget der kan presses igennem ved denne løsning.

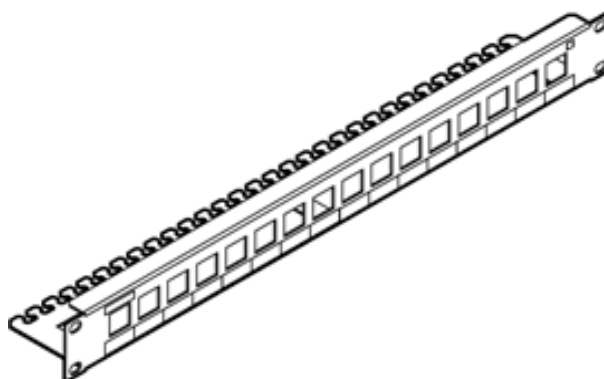
Der skal altid tages stilling til den maksimale båndbredde, samt om der er behov for at transmittere balancerede eller ubalancerede signaler.



I bund og grund består installationen af et patchpanel (B), et stykke fast installation (2) samt et vægudtag. Ud over dette er der dropkabler (D) og patchkabler (A) i enderne, som forbindes til udstyret.

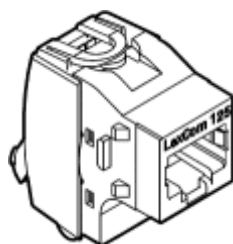
I krydsfeltet

Der startes der med en patchpanel.

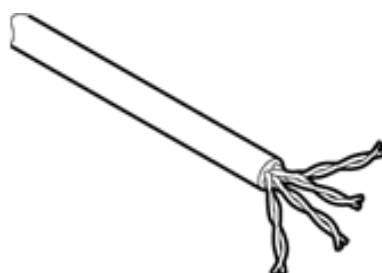


Panelet her har plads til 16 udtag.

Her er et eksempel fra LK. Lexcom 125. Som klarer signaler op til 125 MHz.



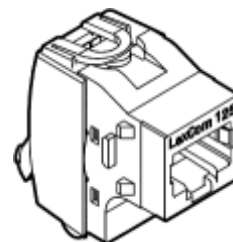
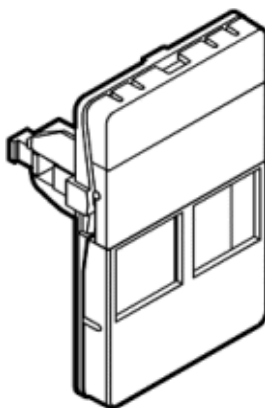
I dette monteres et stykke kabel, i dag typisk CAT 5E.



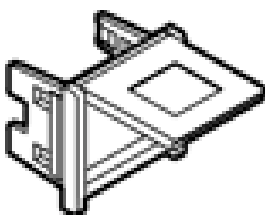
Som kabel kan bruges et stykke CAT 5E (også fra LK).

KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

Dette kabel afsluttes i et vægudtag, som igen monteres med et udtag.



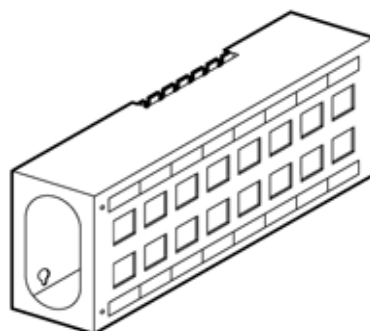
I LK systemer benyttes der en montereramme. Disse fås i mange farver, som så hjælper med at holde styr på, hvad installationen skal bruges til



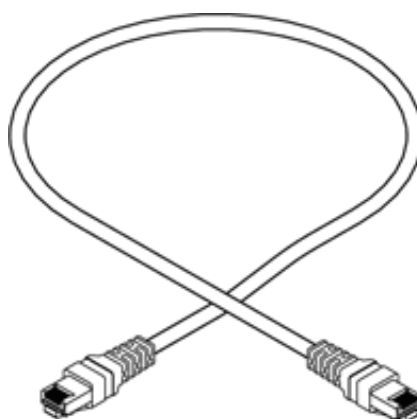
Der fås også montererammer med støvudtag.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

Er der tale om mindre installationer fås der f.eks. en patchbox.



Til sidst skal der bruges et patch- og dropkabel

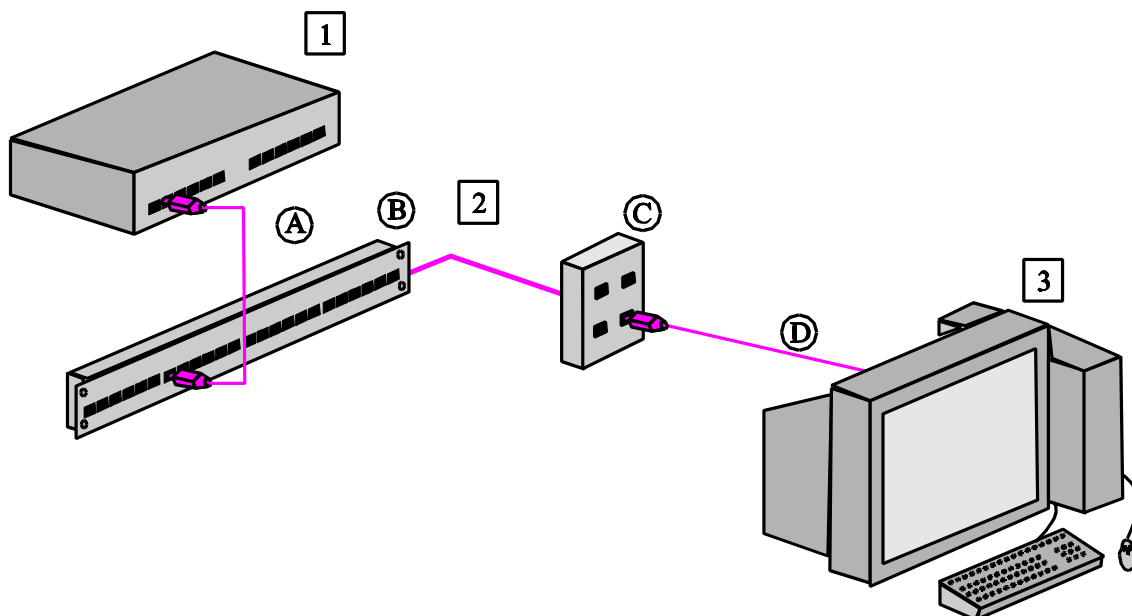


Kabelkategorier

Båndbredde	TIA/EIA	ISO/IEC
100 kHz	CAT 1	CLASS A
1 MHz		CLASS B
4 MHz	CAT 2	
16 MHz	CAT 3	CLASS C
20 MHz	CAT 4	
100 MHz	CAT 5/CAT 5E	CLASS D
250 MHz	CAT 6	CLASS E
600 MHz	CAT 7	CLASS F

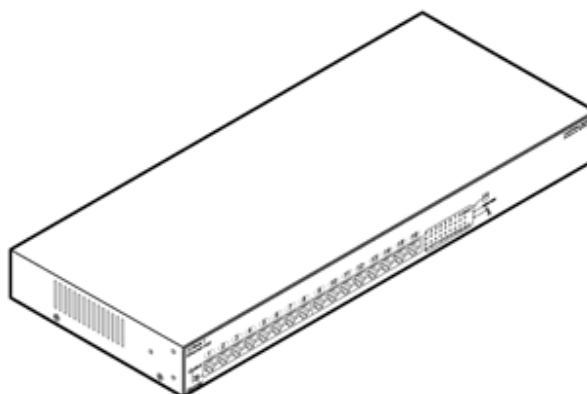
ISO 11801 anbefaler som minimum i dag 100 MHz
CLASS D.

10 BaseT

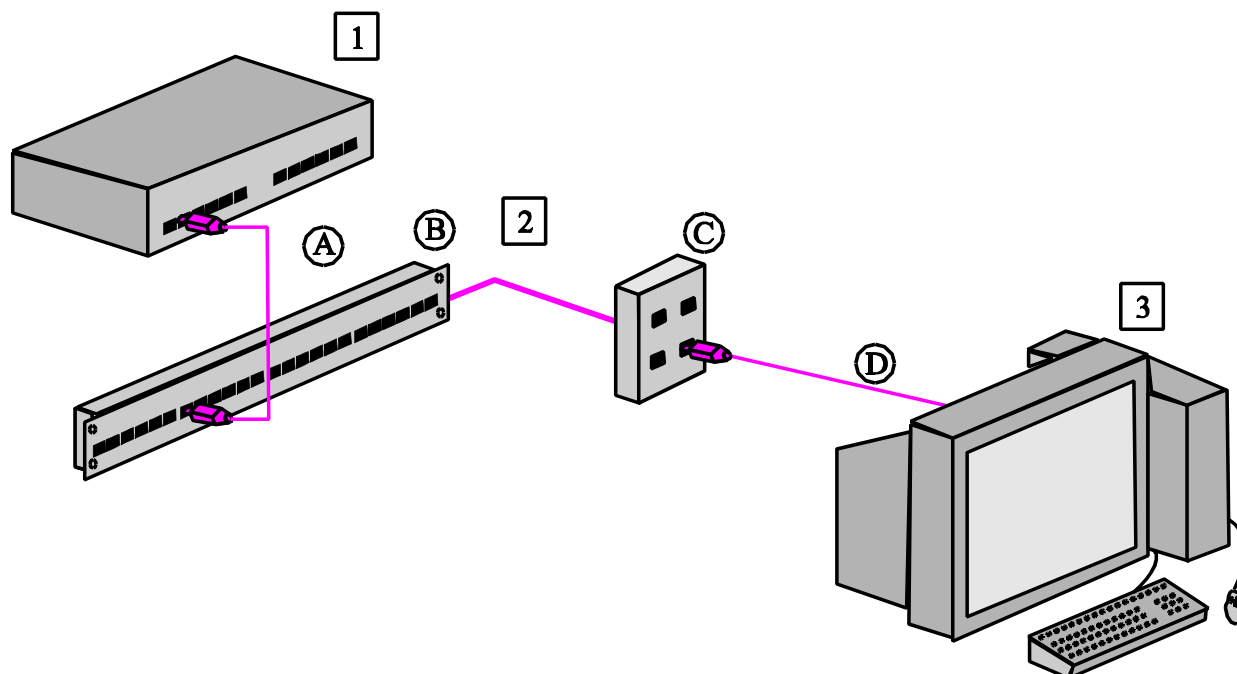


A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Aktivt udstyr (hub, switch)
2	Fast installation (min CAT 3)
3	Pc osv.

Her et eksempel på en 10 Mbit hub fra LK.



100 Base TX

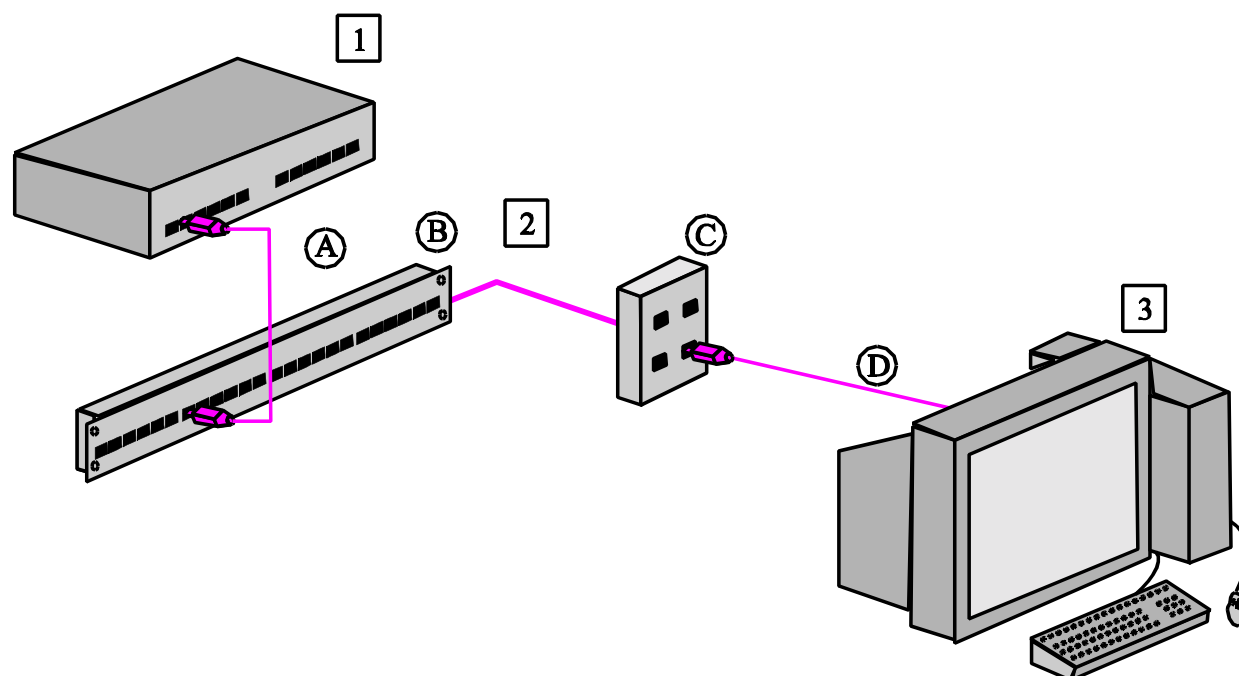


A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Aktivt udstyr (hub, switch)
2	Fast installation (min CAT 5)
3	Pc osv.

Her en 10/100 Mbit hub fra BATM.



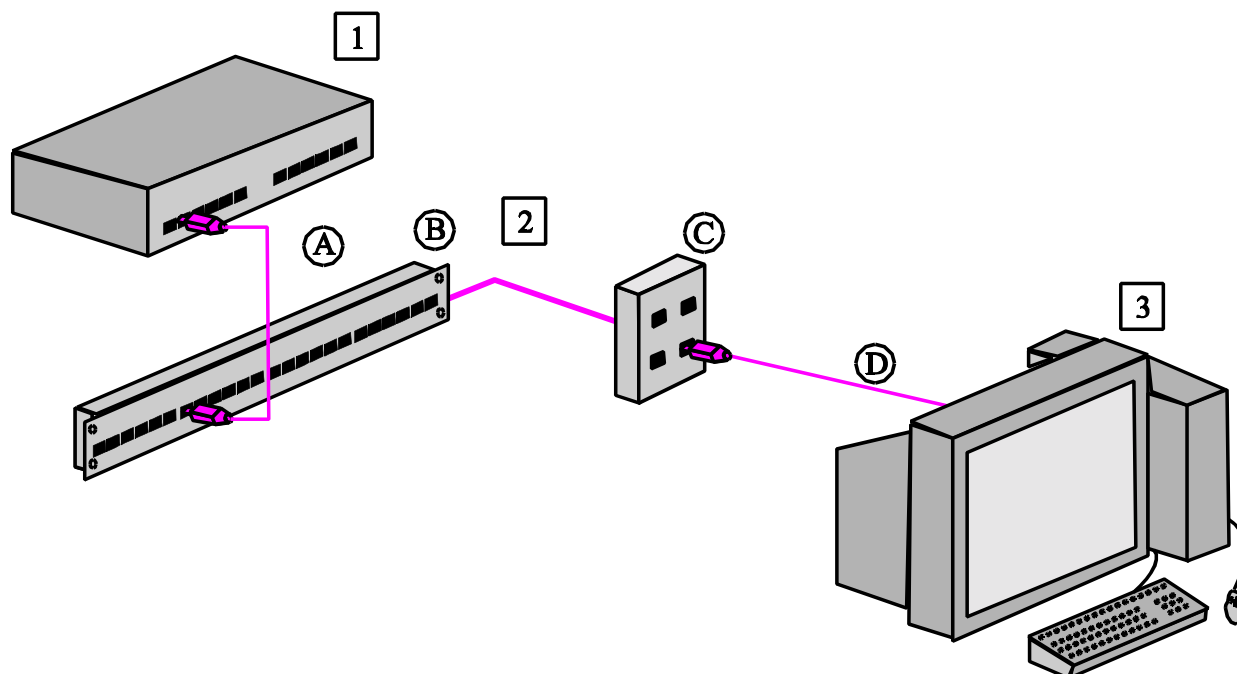
100 Base T4



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Aktivt udstyr (hub, switch)
2	Fast installation (min CAT 3)
3	Pc osv.

Med denne løsning er man i stand til at køre 100 Mbit/sec i en CAT 3 installation. Denne løsning bruges ikke i Danmark, men er meget udbredt i USA.

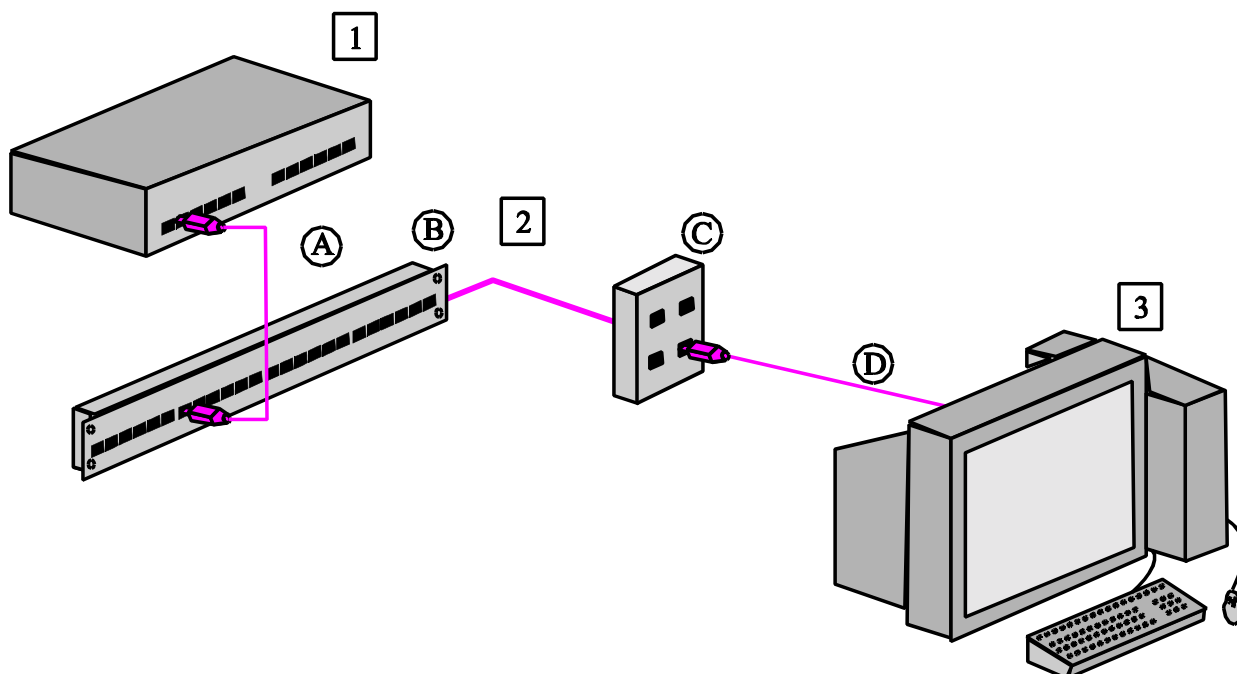
1000 Base T



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Aktivt udstyr (hub, switch) 1000 Mbit
2	Fast installation (min CAT 5e)
3	Pc osv.

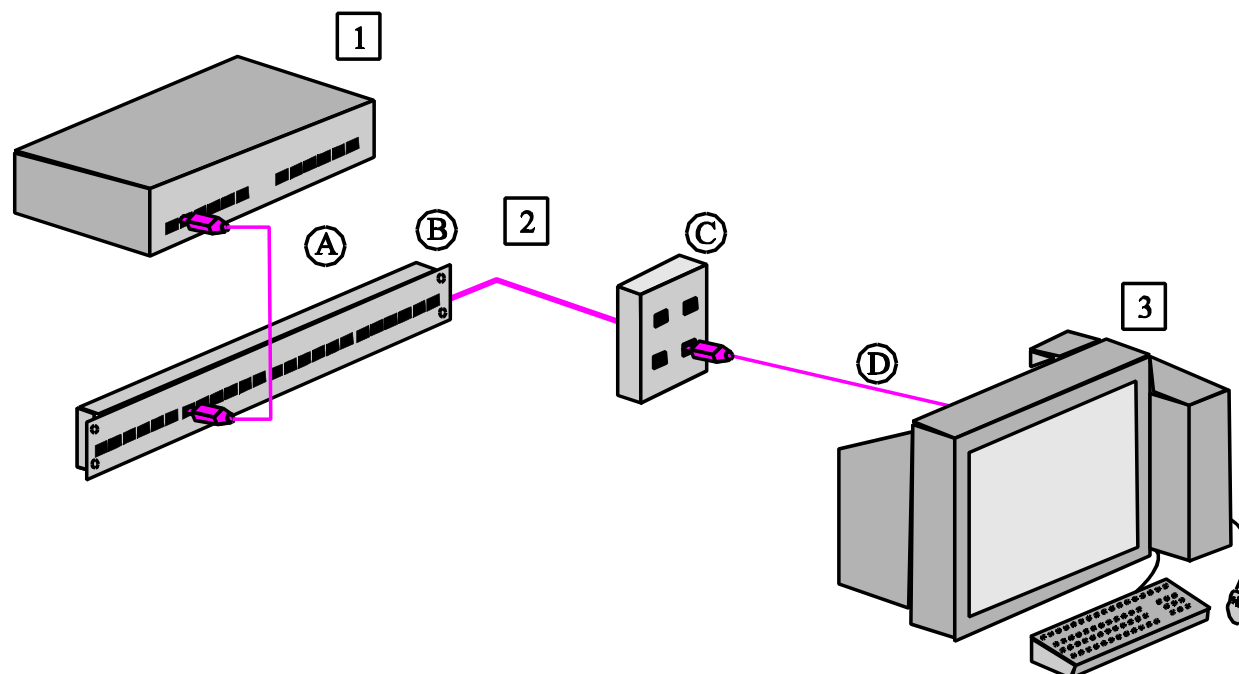
Denne løsning kan udføres med CAT 5, men man anbefaler at der testes efter CAT 5e standarden.

155 Mbit ATM



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Aktivt udstyr (hub, switch)
2	Fast installation (min CAT 5e)
3	Pc med ATM-kort

100 VGAnyLan



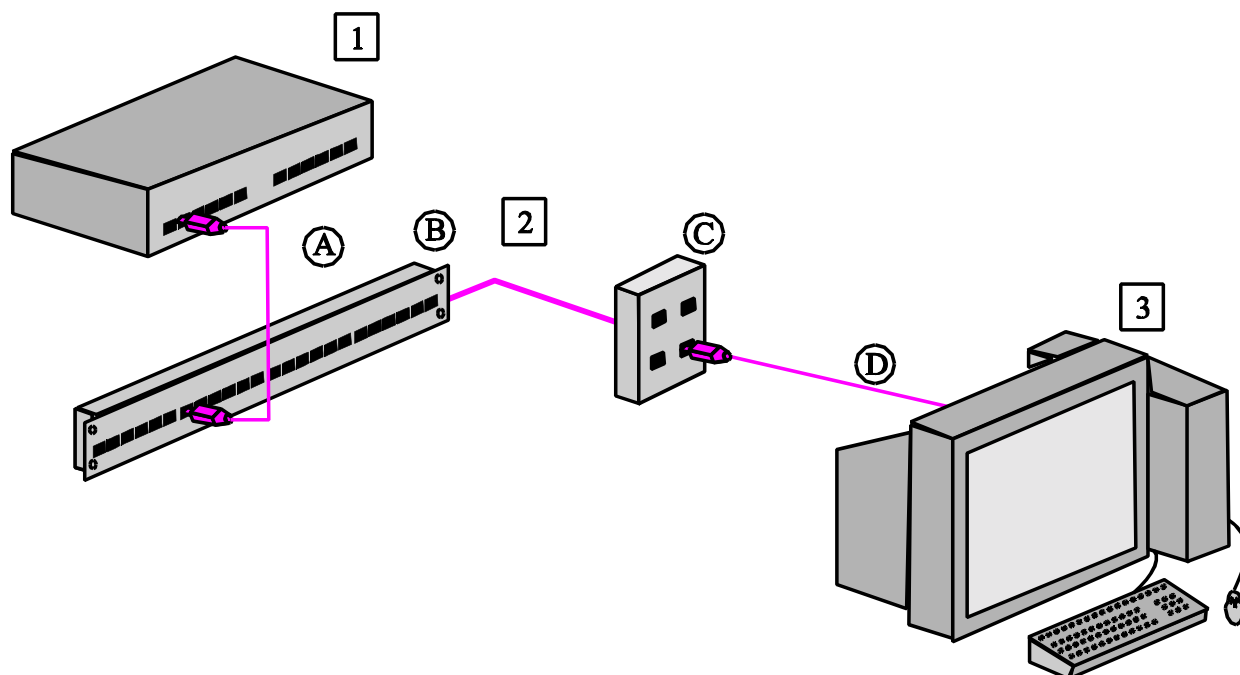
A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	100 VGAnyLAN hub
2	Fast installation (min CAT 3)
3	Pc med 100 VGAnyLAN

Denne løsning kan udføres med CAT 3 kabel, men med CAT 5 er det muligt at montere med afstande op til 200 meter.

TP-PMD

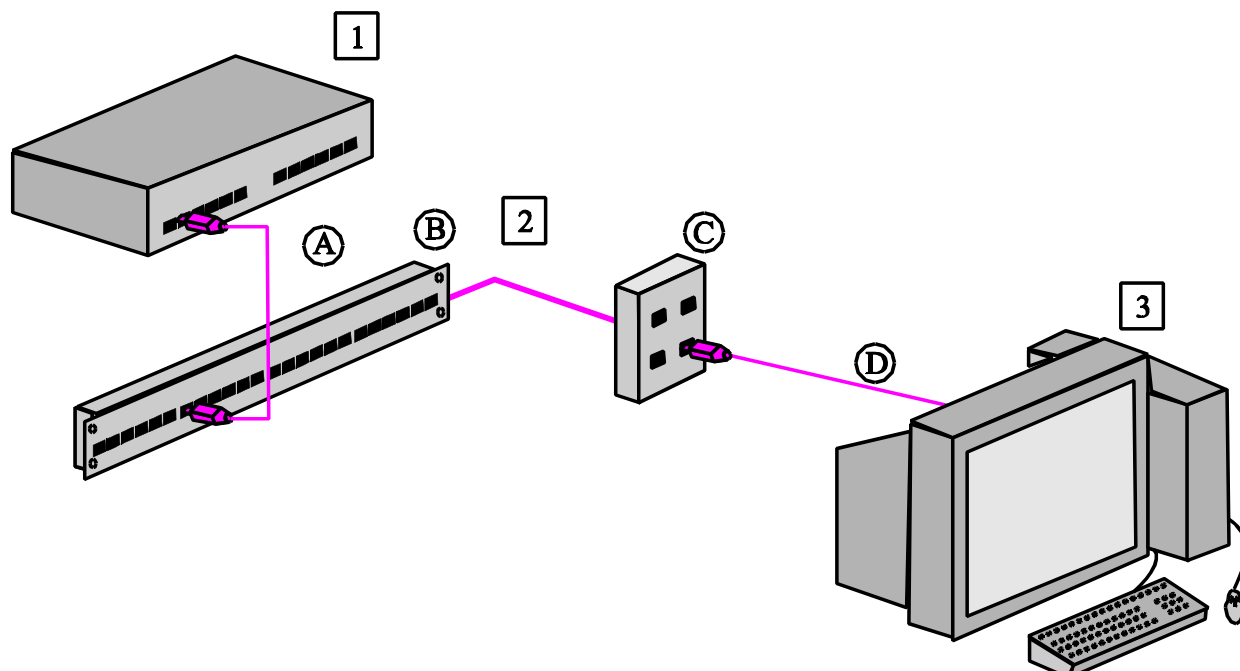
Twisted Pair - Physical Media Dependant - efter ANSI X3T9.5

En metode til overførsel af FDDI signaler i tp-kabler.



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	TP-PMD hub
2	Fast installation (min CAT 5) helst CAT 5e
3	Pc osv.

UTP Token ring



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	UTP MAU
2	Fast installation (min CAT 5)
3	Pc osv.

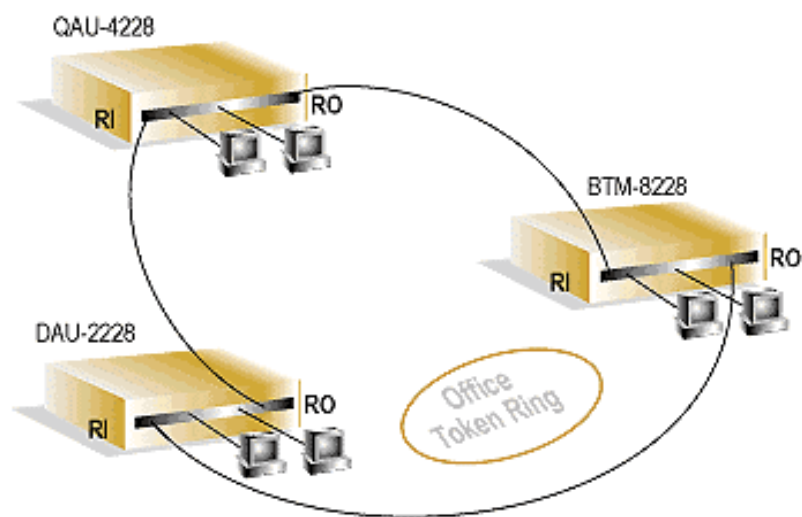
Her er et eksempel på en UTP MSAU multistation access unit fra BATM.



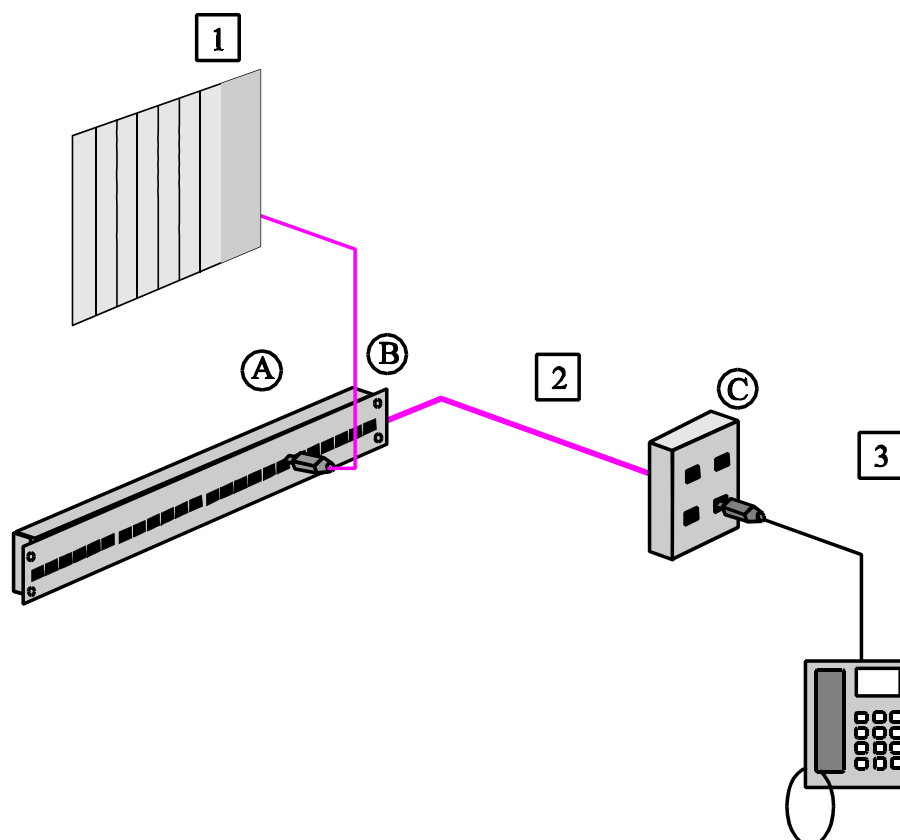
KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

Selv om der er tale om en UTP installation bliver ringen bibeholdt.

BATM har også en MSAU som er bestykket med Ring ind (RI) og Ring out (RO) som normal IBM LAN stik.



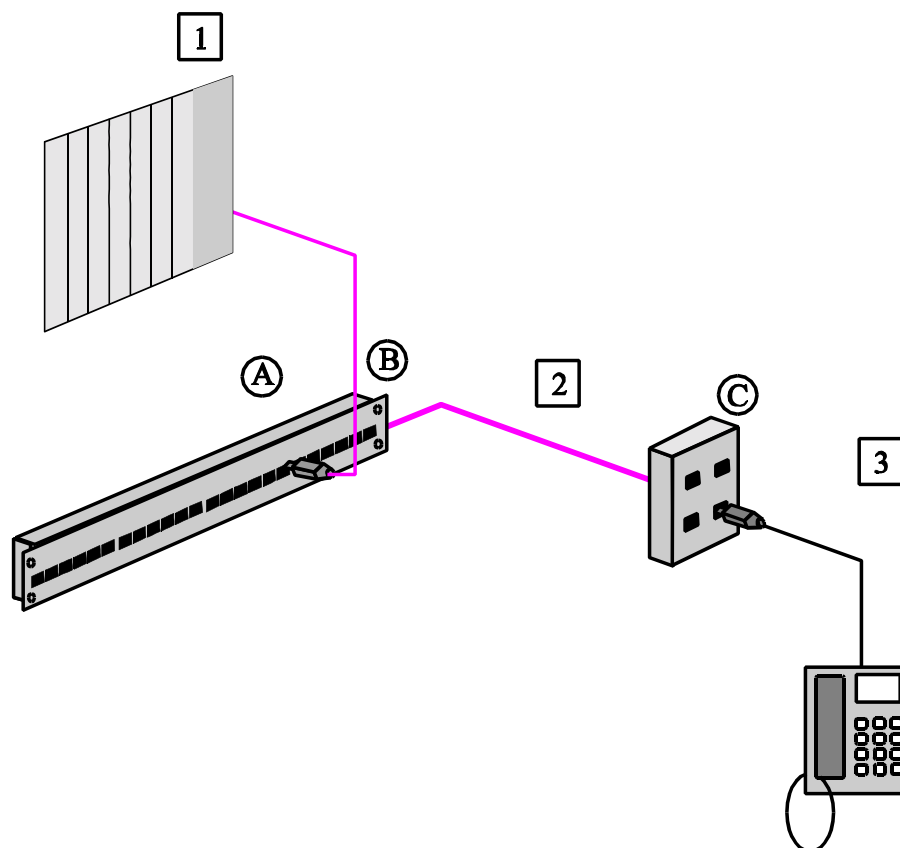
ISDN Intergrated Services Digital Network



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	PABC (telefoncentral)
2	Fast installation (min CAT 5)
3	Telefon/ISDN-adapter

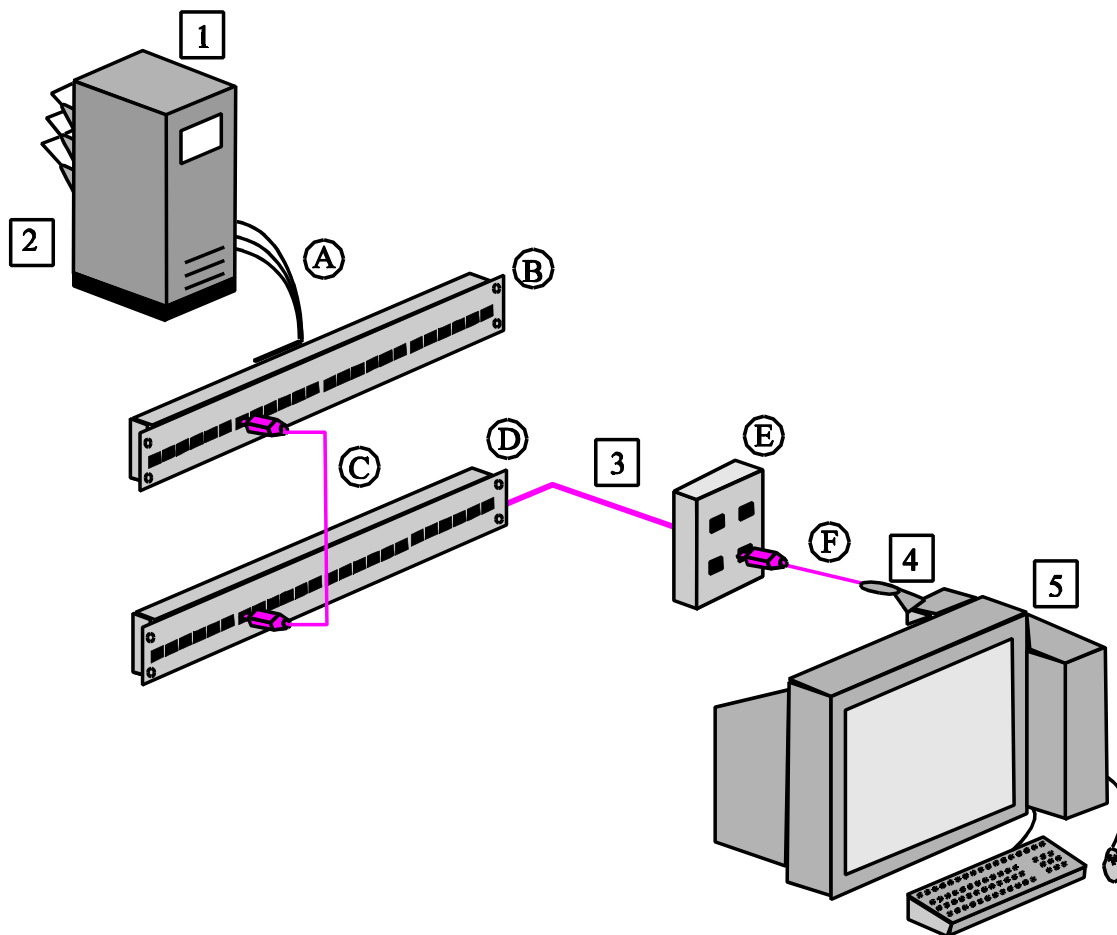
Den normale ISDN løsning

POTS - Public Old Telephone System



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	PABC (telefoncentral)
2	Fast installation (min CAT 5)
3	Normal telefon

IBM 3270

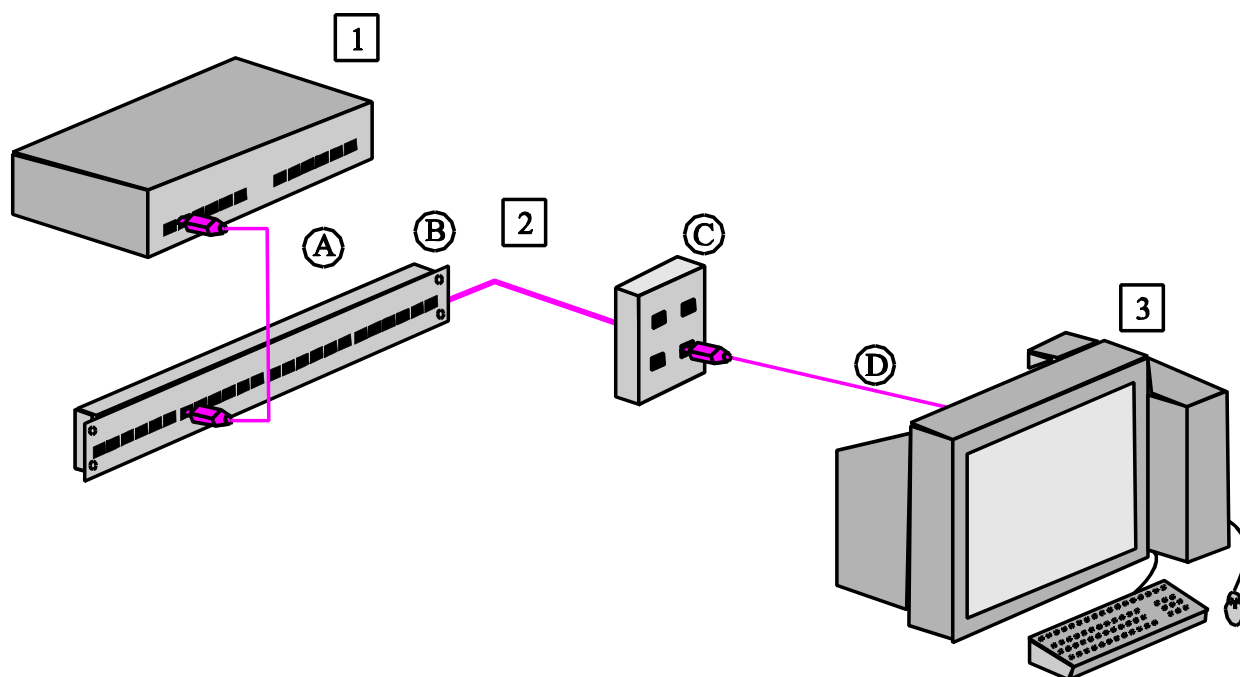


A	Kabelforbindelse fra SNA-server
B	Patchpanel
C	Patchkabel
D	Patchpanel
E	Vægudtag
F	Dropkabel
1	IBM 3270 kontroller (SNA-server)
2	Balum
3	Fast installation
4	Balum
5	Terminaludstyr

RS 232-C

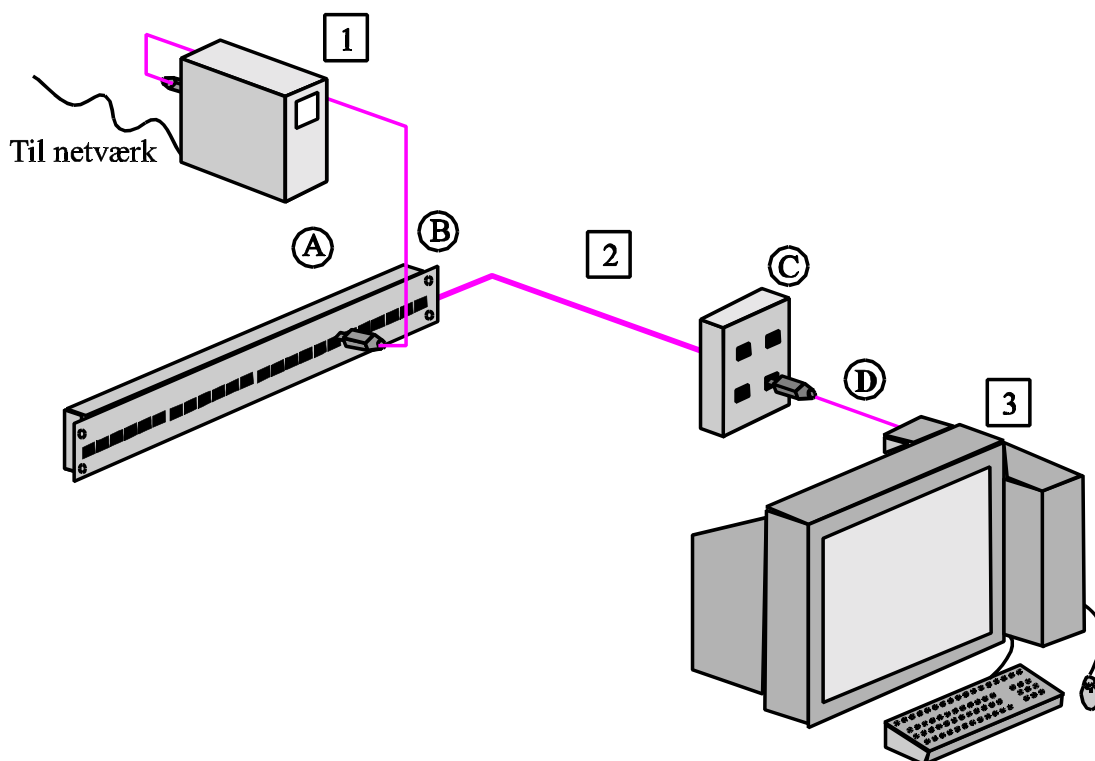
Er der tale om, at der skal overføres RS 232 signaler, er dette intet problem.

Man skal dog lige huske, at det skal være en STP installation. - RS 232 er ubalanceret.



A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Terminaler server osv.
2	Fast installation (STP)
3	Pc osv.

RS 485



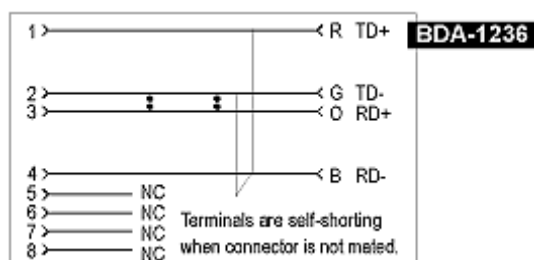
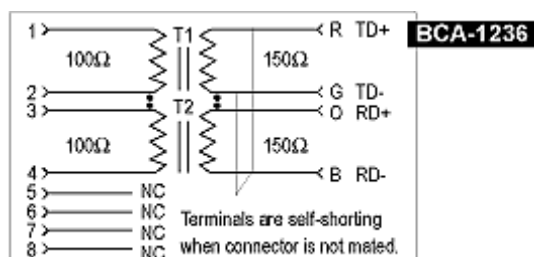
A	Patchkabel
B	Patchpanel
C	Vægudtag
D	Dropkabel
1	Centraludstyr
2	Fast installation (typisk Cat 5)
3	Udstyr ved brugeren- måleudstyr

Balun -Ballansing Unit

En balun er en impedancetilpasningsenhed, som om-danner signaler, således at de kan transporteres i en anden kabeltype.

Balun fra BATM.

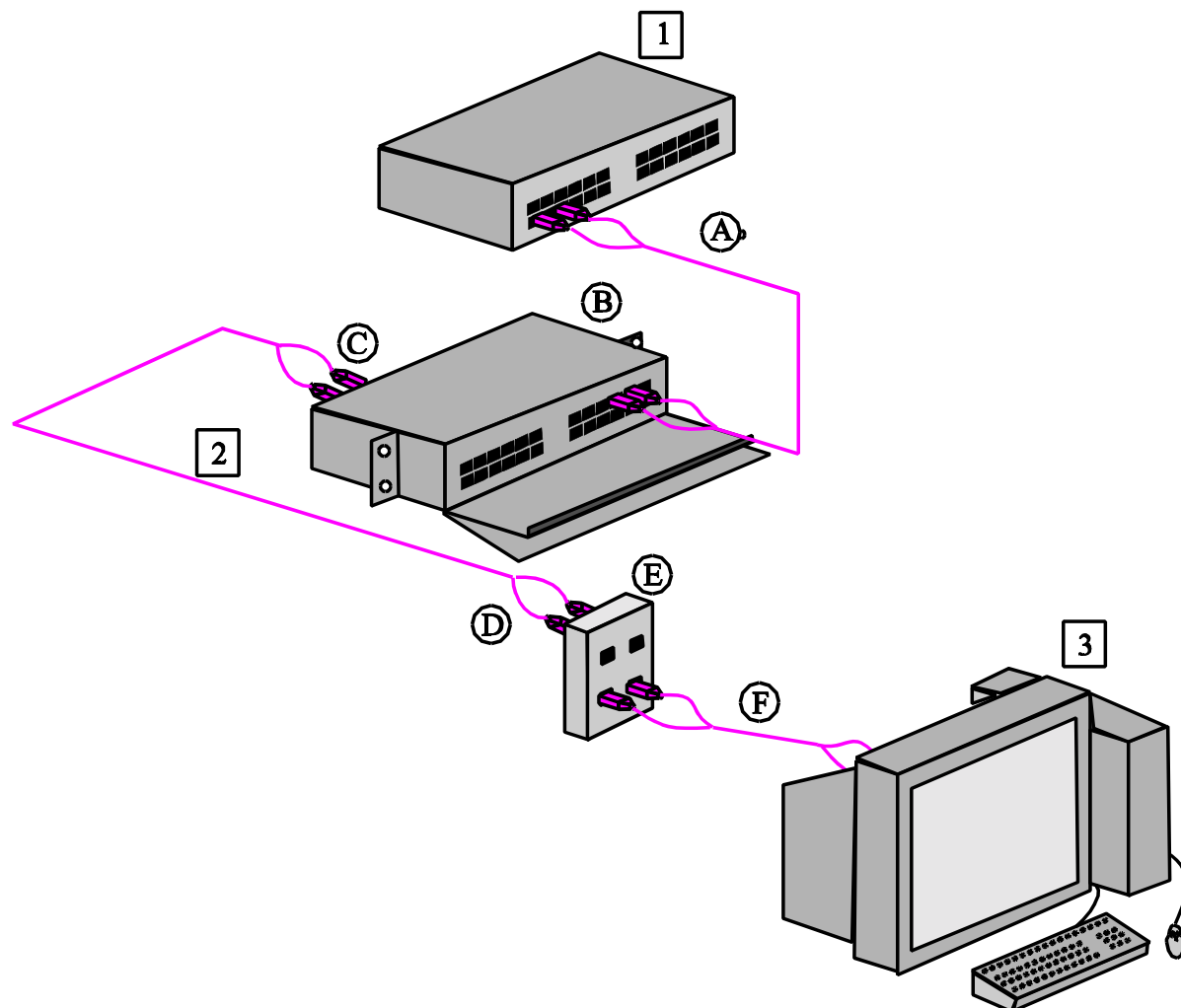
Fra IBM LAN til CAT5 UTP.



Her er et eksempel der konverterer 10BASE2 til UTP.



1000 BASE-SX/LX fiber



A	Fiberpatchkabel
B	Fiberpatchpanel
C	Vægudtag
D	Konnektorer
E	Vægudtag
F	Fiberdropkabel
1	1000 Base SX/LX hub/switch
2	Totrårdsfiber fast installation
3	Arbejdspladsudstyr

KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

Til denne løsning kan der benyttes enten multimode- eller singlemode fiber.

Table 1--Operating range for 1000Base-SX over each optical fiber

Fiber type	Modal bandwidth (MHz·km)	Minimum range (meters)
62.5 µm MMF	160	2 to 220
62.5 µm MMF	200	2 to 275
50 µm MMF	400	2 to 500
50 µm MMF	500	2 to 550

Udstyrets opgave

Transceiver	Konverterer fra et medium til et andet f.eks. fra det gule ethernet til dropkabel.
Repeater	Kopierer og genopretter signaler mellem f.eks. to 10BASE 2 segmenter (RG 58).
Concentrator	Kopierer og genopretter signaler i en 10BASET eller 100BaseT installation.
Hub	Kopierer og genopretter signaler i en 10BaseT eller 100BaseT installation.
Bridge	Segmenterer et netværk i to segmenter (mindre kollision domainer).
Switch	Segmenterer et netværk i mindre segmenter (mindre kollision domainer).
Brouter	Mellemting mellem en switch og en router.
Router	Bruges til sammenkobling af netværk over længere afstande (typisk via teletjenester).
L3 Switch	En router med en switchs hastighed. Den første pakke routes og resten switches.
Gateway	Udstyr til sammenkobling af forskellige systemer.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLING I PRAKSIS

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

Installationspraksis

Afstanden fra IT kabler til lysstofrør osv. Skal være mindst 130 mm.

Tavler til EDB/El skal helst være adskilt.

Kabler i installationen skal altid krydse med 90 grader.

Kabler til forskellige formål (el/svagstrøm) bør ikke bundtes sammen.

Kabler til forskellige formål bør ligge i separate kanaler.

Arbejde for det offentlige

Skal der udføres installationer for staten, skal disse opfylde statens krav til installationer i henhold til Finansministeriet.

Efter installationen er udført, skal den testes i henhold til EN 50173: Generic Cabling for Customer Premises (Den Europæiske standard for kabling). Denne er vedtaget som DS/EN 50173:2007 af Dansk Standard. Det meste af EN 50173 ligner ISO/IEC 11801:2001 2. udgave.

Struktureret kabling

Ved opbygning af et universalt kablingsystem - et såkaldt struktureret kablingsystem - er der meget at tage hensyn til.

Det skal være universelt - det vil sige, at det skal være velegnet til transport af alle former for kommunikation; det kan være data, tele, alarmer, video, overvågning osv.

Det skal kunne transportere alle former for signaler, både balanceret og ubalanceret.

Det må ikke være modtageligt over for støj (EMC egenskaber)

Det skal have en lav udstråling af uønskede signaler (EMC egenskaber)

Det skal være fleksibelt - egnet til hurtige ændringer og opbygget med stik- og patchpaneller.

Det skal være velegnet til fejlfinding - mulighed for hurtig afgrænsning af defekte enheder.

Valget mellem UTP og STP

Der stilles tit spørgsmålet; skal man vælge at installere med eller uden skærm?

STP Shielded Twisted Pair skærmet

UTP Unshielded Twisted Pair uskærmet.

Hermed nogle anbefalinger.

Er der tale om, at man skal overføre ubalancerede signaler, skal man bruge STP.

Er der tale om ekstremt meget støj, bør man bruge STP.

En dårligt udført STP er betydelige ringere end en dårligt udført UTP installation.

Skærmen i en dårligt udført STP installation vil virke som en antenne.

Konnektering af STP stik tager længere tid at montere og er mere besværlige at montere end ved UTP.

STP kabler er stivere og mere besværlige at udlægge.

STP kabler vejer mere end UTP kabler.

Som udgangspunkt kan man ikke sige, at en STP installation er bedre end en UTP installation.

Anbefalet kablings-procedure**Gør følgende:**

- Brug konnektorer som er beregnet til kabeltypen.
- Terminer den horisontale kabling med et vægudtag.
- Placer krydsfeltet i midten af rummet; dette minimerer lange kabeltræk.
- Sørg for, at kabelpar ikke opsplittes. 13 mm for klasse D (Cat 5) og 6 mm for E (Cat 6).
- Fastgør den horisontale kabling med passende mellemrum. Overhold fabrikantens anvisninger vedrørende mekaniske montage. Er intet angivet, er max bøjningsradius 4 gange kablets diameter.
- Udlæg kabler langt fra støjkluder.
- Overhold kablers temperaturområde ved opbevaring og udlægning.
- Dokumenter dine kabelføringer.
- Pas på ved aflastninger af kabler - ved frithængende, samt lodret ophængt. Brug kun Velco Strips.

Gør IKKE følgende:

- Brug ikke konnektorer der er til en lavere kategori end kablet.
- Der må ikke laves tappunkter på kablet.
- Kablet må ikke deles og ende i dobbeltudtag.
- Overstram ikke kabelbindere; vælg en anden løsning.
- Lav ikke for skarpe knæk; find en anden føringsvej.
- Placer ikke kabler i nærheden af støjkluder.
- Overbelast ikke kabler ved udlægning.

Et struktureret kabelsystem kan opdeles i 6 områder.

Man skal derfor tage hensyn til de standarder der gælder inden for de enkelte områder. Nogle standarder dækker over flere områder.

Område 1

Bygningens indgang

Det er her, man får forbindelse til omverdenen; det kan f.eks. være tele/data signaler fra en teleudbyder.

- Der kan være mekaniske forhold
- Der kan være potentiale forhold
- Der kan være sikkerhedsmæssige forhold
- Der kan være brandforhold

Område 2

Teknik rummet - eller hvor ens rack eller krydsfelt er placeret.

- Der kan være temperaturforhold.
- Der kan være udluftningsforhold
- Der kan brandslukningsforhold.
- Der kan være gennembrydning af murer

Område 3

Backbone kabling

- Vertikal kabling forbindelser mellem etager
- Kabling mellem teknikrum
- Kabling mellem krydsfelter
- Kabling mellem bygninger
- Der kan være parallelføringsproblemer
- Der kan være problemer i forbindelse med brand
- Der kan være potentialeproblemer.
- Der kan være mekaniske ophængningsproblemer.

Område 4

Kabling i teknikrummet.

- Der kan være forsyningskabler i installationen.
- Der kan være mekaniske forhold vedrørende kabler.

Område 5

Horisontal kabling

- Kabling fra krydsfelt til vægudtag
- Kryds- og patchkabler
- Adapter baluns (balanced-to-unbalanced transformer), kun indbyggede i vægudtaget.
- Der kan være gennemføringer
- Der kan være parallelføringsproblemer
- Der kan være problemer i forbindelse med brand
- Der kan være potentialeproblemer.
- Der kan være mekaniske ophængningsproblemer.

Område 6

Arbejdspladsen

- Fra vægudtag til apparat
- Udstyr
- Dropkabler
- Adapter baluns (kun de ekstern).
- Der kan være parallelføringer med forsyningskabler.
- Der kan være kosmetiske forhold.

Den Horisontale kabling

Den horisontale kabling er kabling fra krydsfelt til arbejdspladsen. Den starter i et patchpanel og afsluttes i et vægudtag. Skal installationen certificeres er der en begrænsning på 90 meter. Den resterende del er til drop og patch.

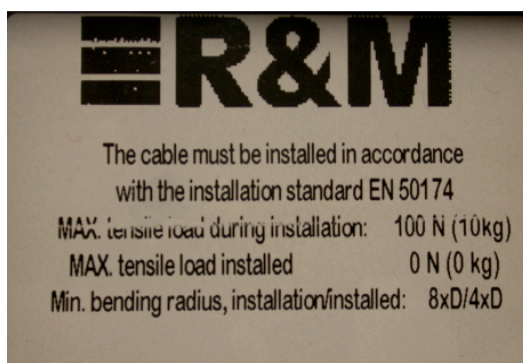
Når den testes, vælges altid en Link eller Permanent Link testen uden drop- og patch kabler. Er der tale om Cat 6 klasse E installationer op til 250 MHz, skal der typisk bruges specielle hoveder.

Man skal være opmærksom på, at den typiske aktionsradius fra krydsfeltet er langt under de 90 meter.

Problemer med stikkene afspejler sig typisk som NEXT og FEXT evt. som dæmpning. Afsnoningsproblemer viser sig som NEXT og FEXT. Er stikket ikke klemmt helt sammen, er problemet dæmpning eller Return Loss. NEXT og FEXT måles kun i enderne af kablet. Knæk og bukninger på kablet ses som Return Loss problemer. Disse opgives med et metertal-afstanden ud til fejlen.

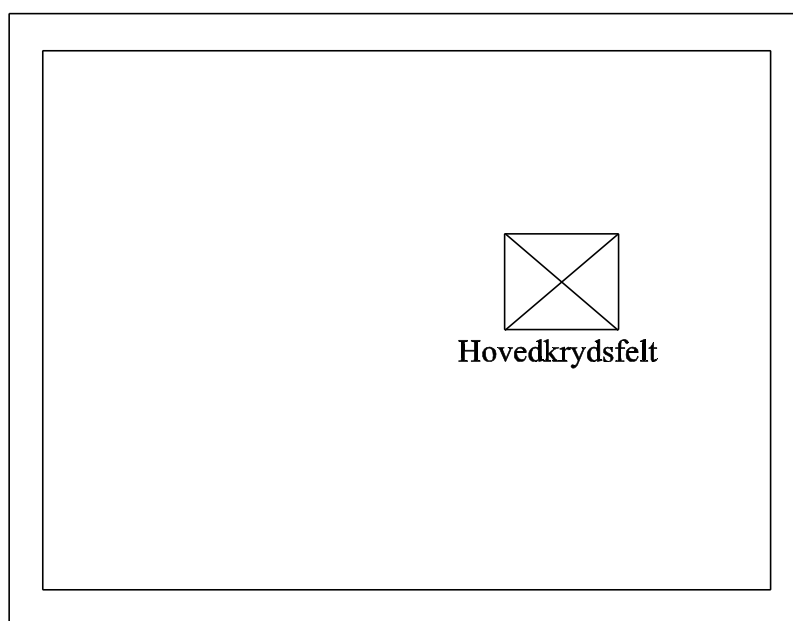
Ved montering af konnektorer i enderne skal man altid følge producentens vejledning. Specielt med hensyn til afsnoning af ender, monteringsrækkefølge, afslutning af skærm, og evt. hvordan skærmen forbindes til krydsfeltet/patchpanel.

Ved kabelføring skal man tage hensyn til nærføringsproblematikken, med hensyn til støj- både ind og udstråling. Nogle fabrikanten kræver overholdelse af DS/EN 50174, hvor minimumsafstande er opgivet.

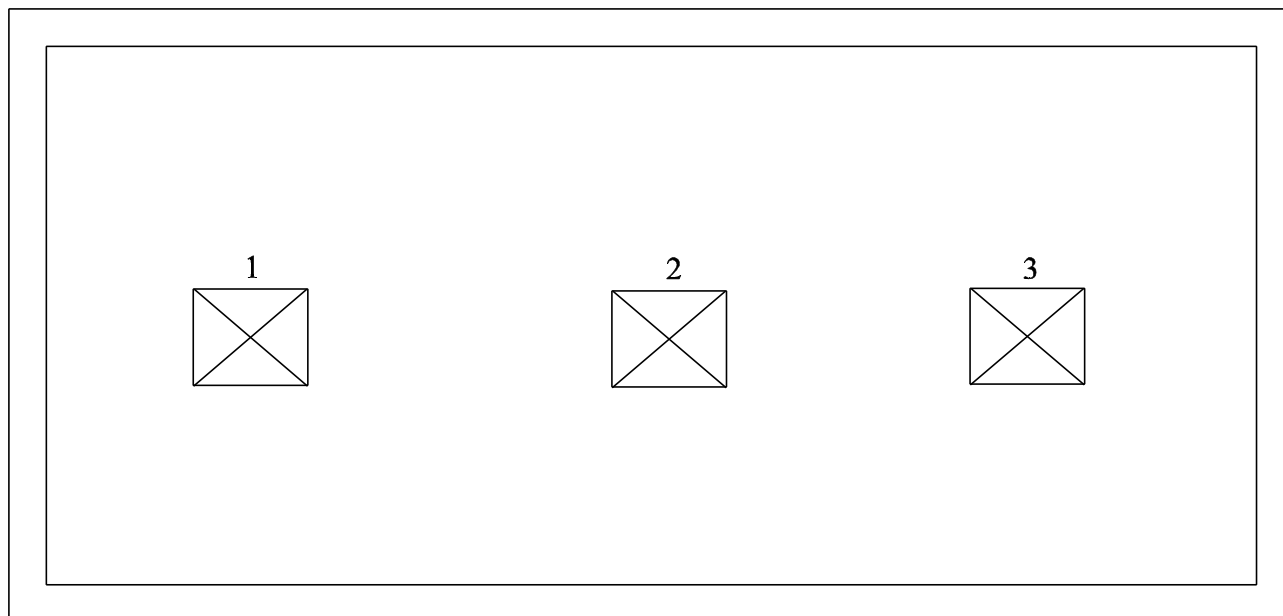


**Krydsfeltinstallationer
i praksis****Eksempel 1**

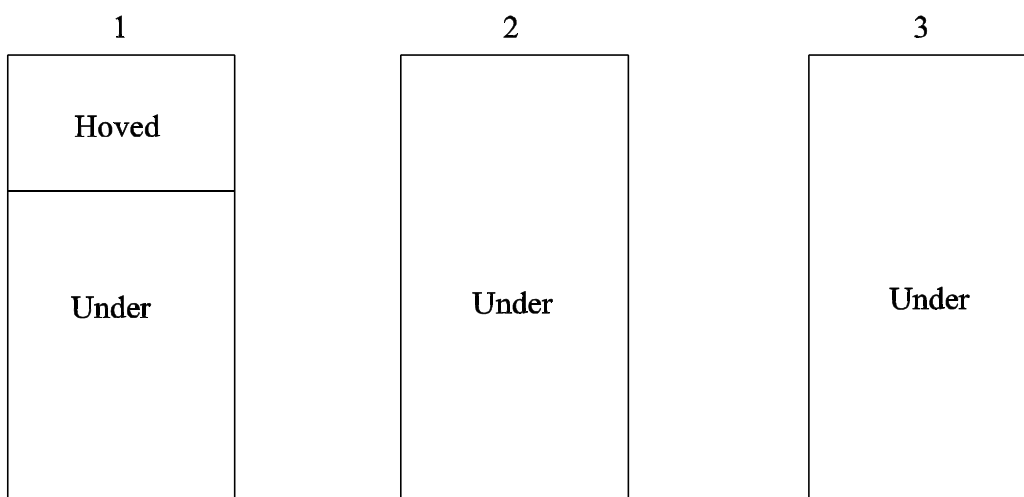
En bygning på op til 1000 m².



Her er der kun krav om et krydsfelt.

Eksempel 2Bygning større end 1000 m².Bygning = 2800 m².

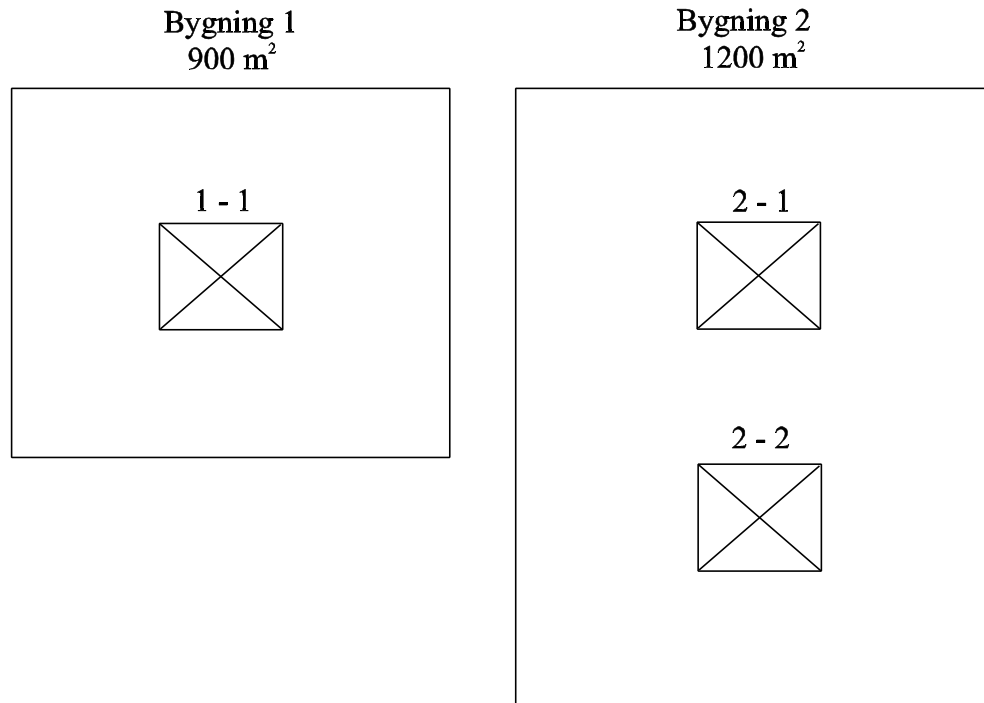
Der kræves et krydsfelt pr. påbegyndt 1000 m². Her skal der derfor være tre. Der skal være et hovedkrydsfelt (BD) samt tre underkrydsfelter (FD).



Typisk vil man sammenbygge både hovedkrydsfelt og underkrydsfelt.

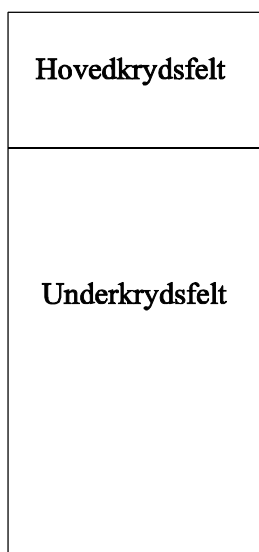
Eksempel 3

To bygninger en på 900 m² og en på 1200 m².



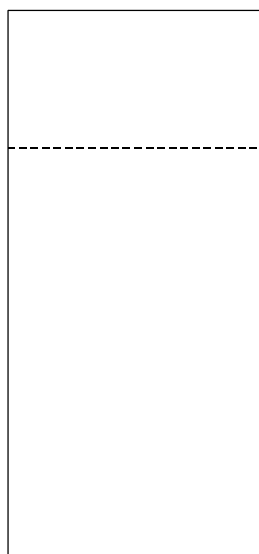
I bygning 1 placeres et hovedkrydsfelt. Da der er tale om flere bygninger, betegnes den også som et bygningskrydsfelt.

1 - 1	
Bygningsdel	Indeholder router, adgang til internet, osv
Hoved	Indeholder hovedswitch samt transceiver til krydsfelt i anden bygning.
Under	Indeholder aktivudstyr samt patchpaneler til bygning 1.

**Krydsfelter i
bygning 2****Krydsfelt 1 (2-1)**

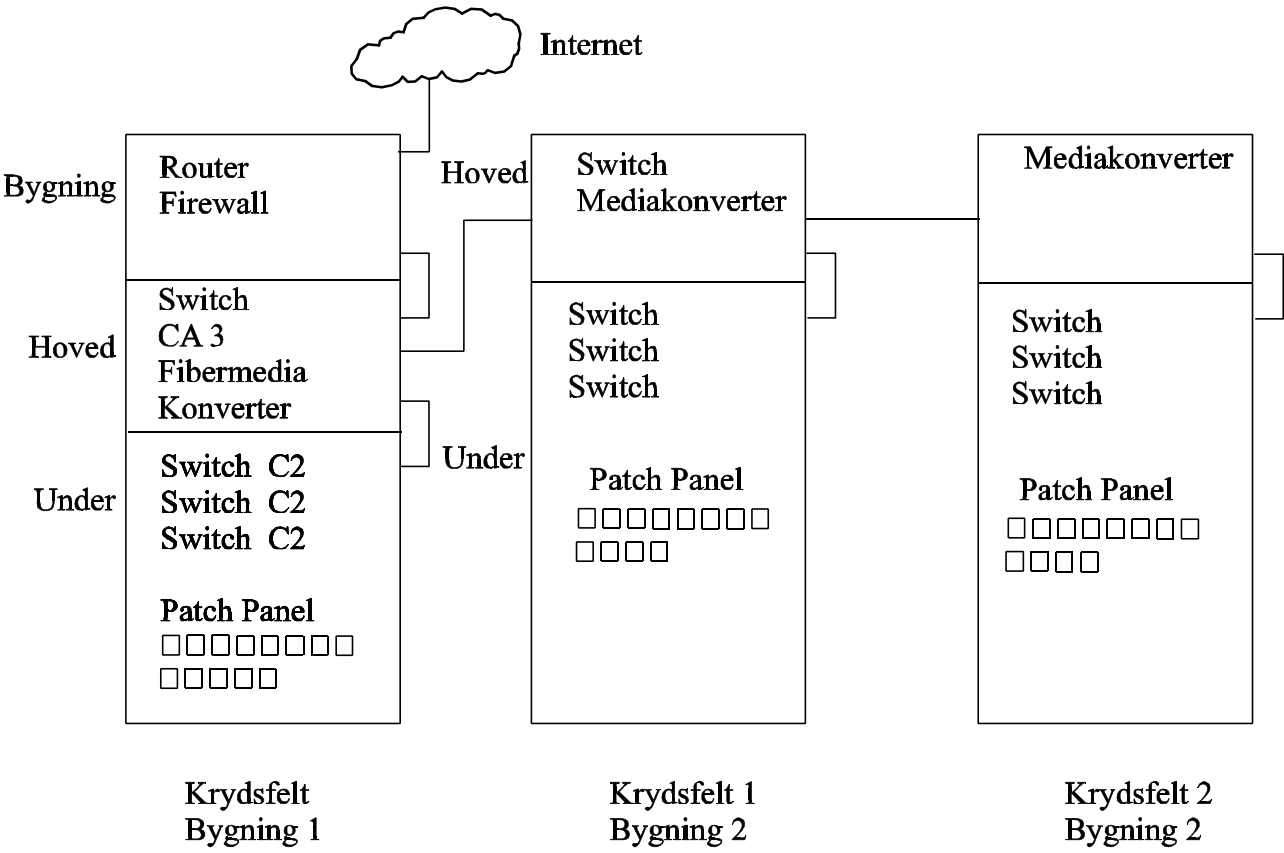
Indeholder mediakonverter/transciever fra hovedkrydsfelt i bygning 1. Feltet er desuden mediakonverter for krydsfelt 2.

Indeholder aktivudstyr og patchpaneler til første område.

Krydsfelt 2 (2-2)

Her placeres mediakonverter fra hovedkrydsfelt.

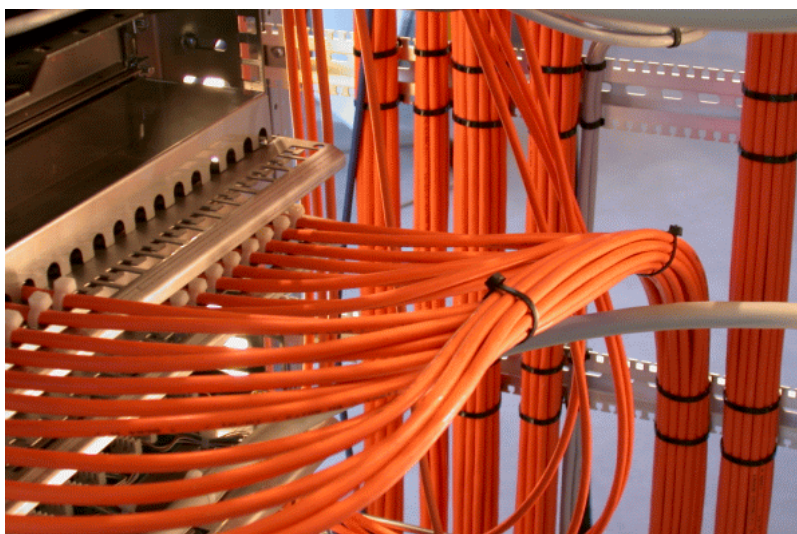
Indeholder aktivudstyr og patchpaneler til andet område.



Installationspraksis

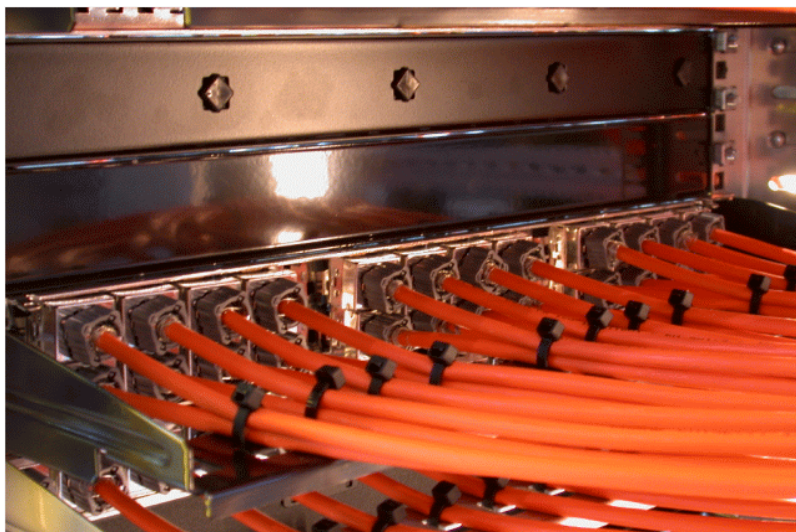


Her er vist, hvordan parsnoede kabler kan være fremført og tilsluttet et telekrydsfelt.

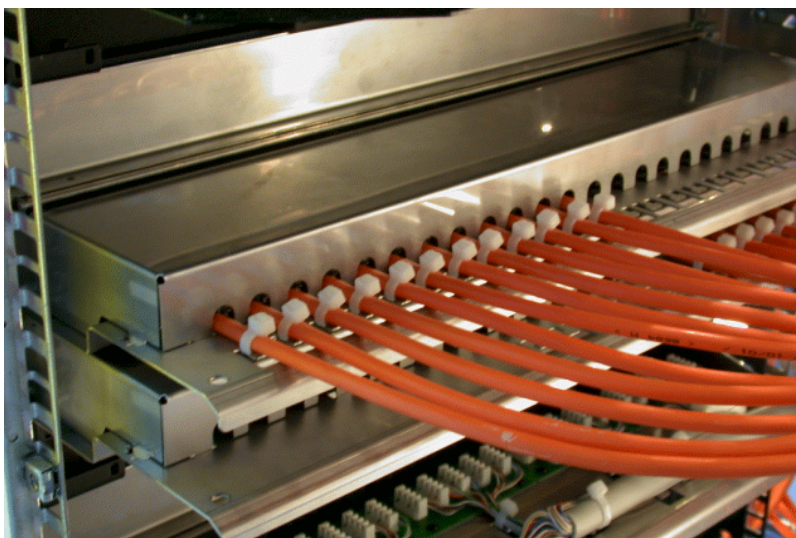


Et eksempel fra Krone/ADC

Her er tale om CAT 5e kabler i en større installation. Det skal bemærkes, at strips kun bruges til at holde kabler på plads og ikke til at fastgøre dem. Der må ikke være mærker eller buler i kappen.

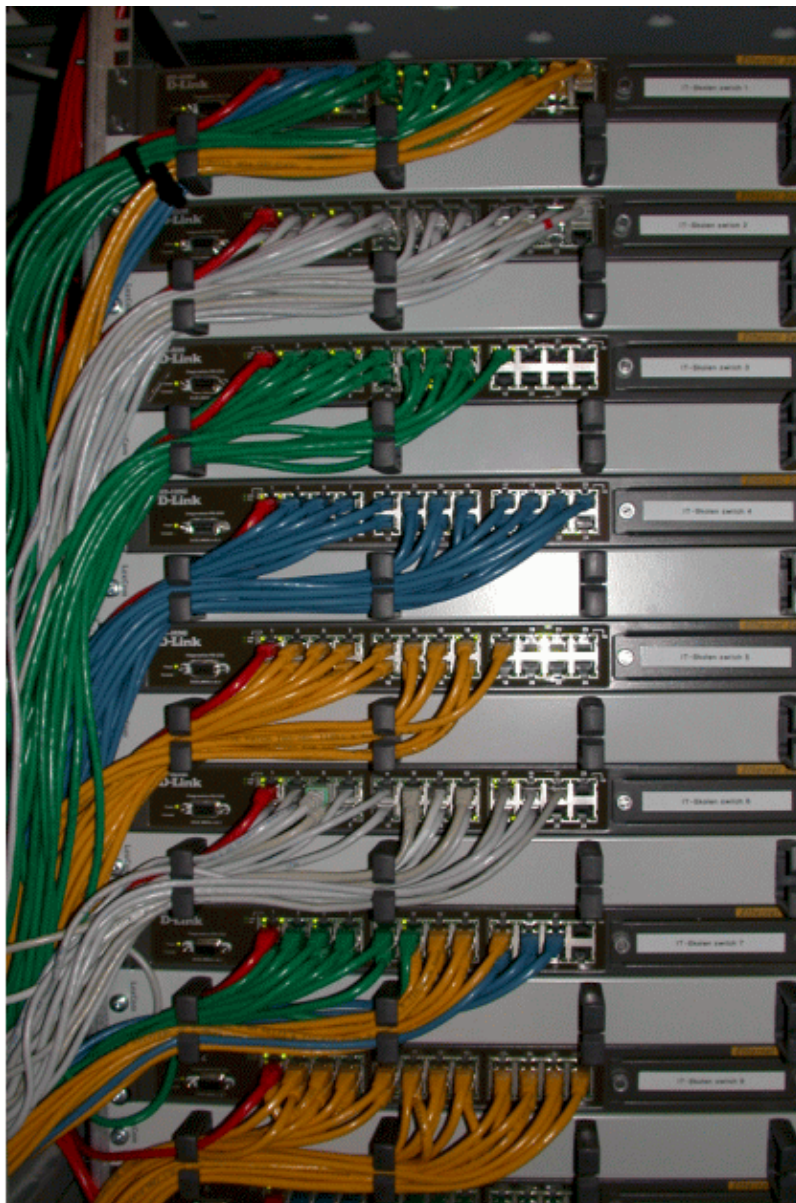


Her er et eksempel på en STP (skærmet) installation.

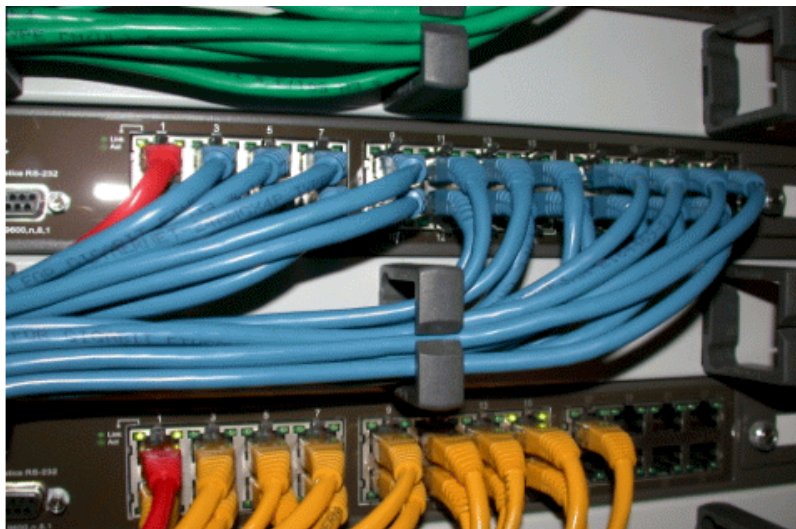


Igen et eksempel på en skærmet installation. Bemærk, hvor langt tilbage den skærmede kappe kommer.

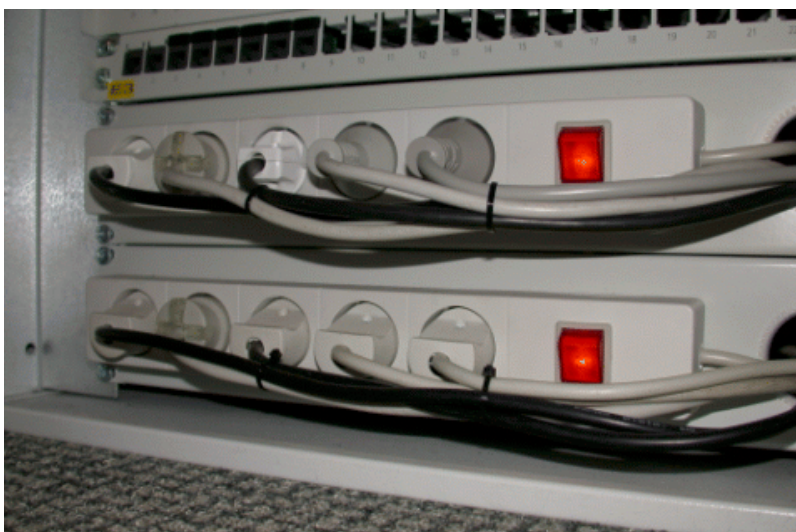
KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS



Her er et eksempel på et krydsfelt, hvor der er brugt ledningsholdere. Bemærk, at alle switches er navngivet.



Bemærk, at når der er tale om en fuldført switch, bliver der tale om mange kabler.



Husk at bruge strømudtag til alle aktive dele. Udføres dette, bliver krydsfeltet meget overskueligt.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

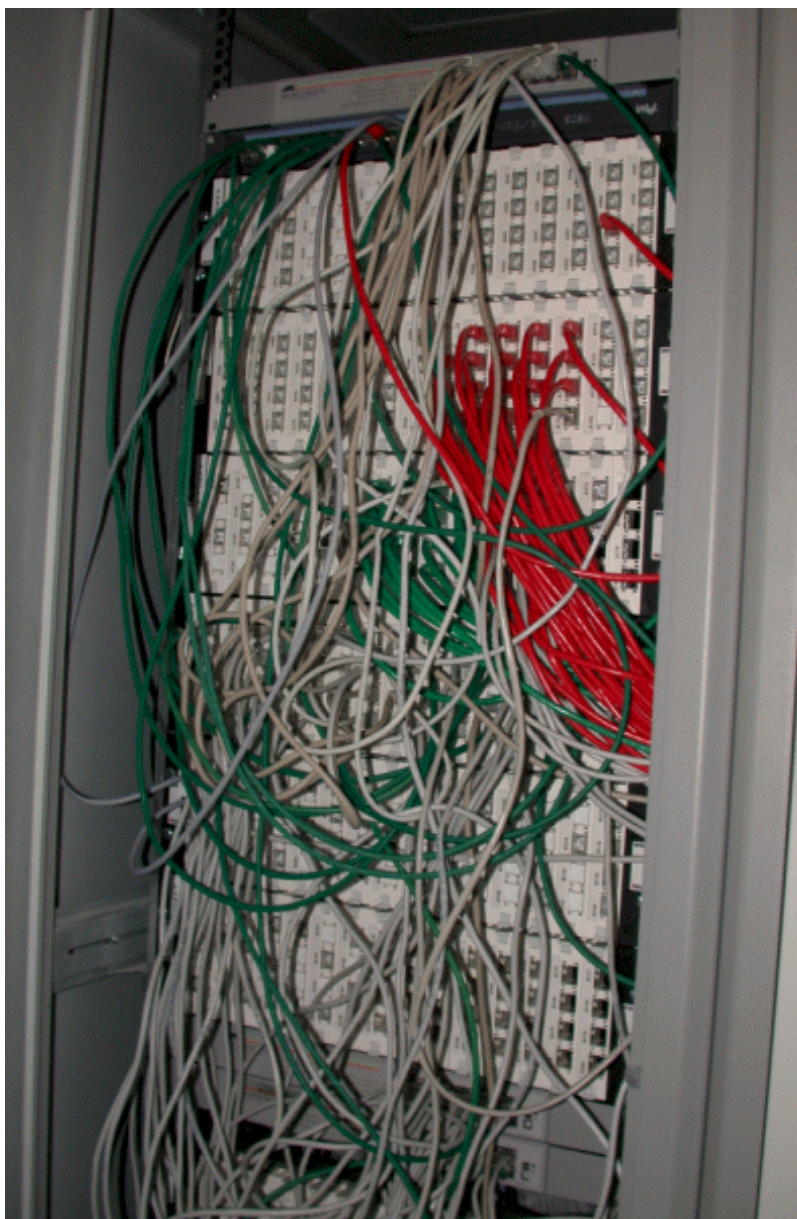


Husk, at på bagsiden skal strøm- og konsolkabler samt udstyr nummereres.



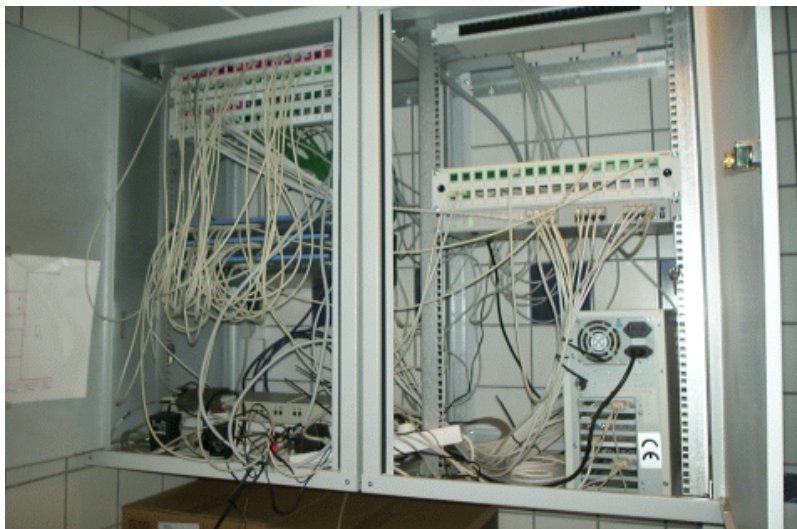
Her ser vi, hvordan de enkelte kabler til den horisontale installation kan fastgøres. I dette eksempel et patch-panel fra LK, monteret med Cat 5e udtag. Husk, at plastik strips er til at holde kablerne på plads og ikke som aflastning.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

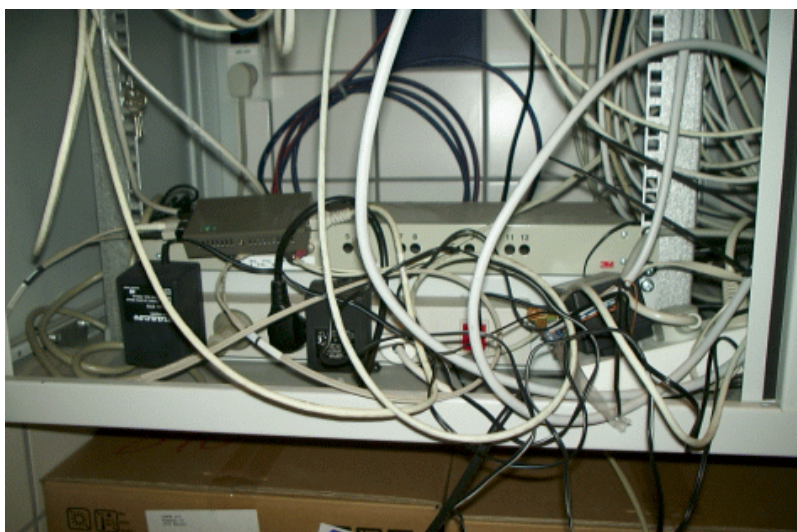


Her er et eksempel på et krydsfelt, som nok må siges ikke at være særlig overskueligt.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS



Her er et eksempel. Man kan ikke ligefrem sige at krydsfeltet her er overskueligt.

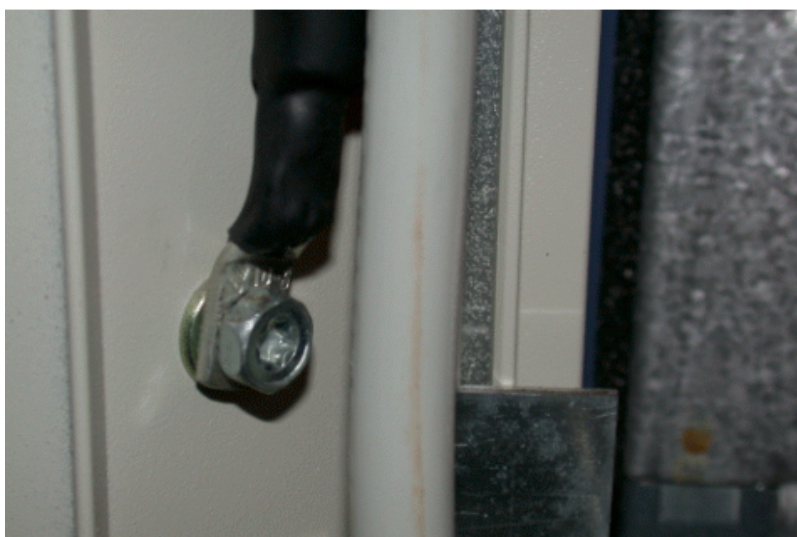


Her ses, hvordan strømforsyninger til diverse routere og mediakonvertere ligger huler til bulter.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS



Eksempel på jordforbindelse. Det skal understreges, at ledningerne skal være så korte som mulige.



Her er jordledningen fastgjort til krydsfeltets side. Det er vigtigt, at krydsfeltet er rensat for maling for at danne en god forbindelse.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS



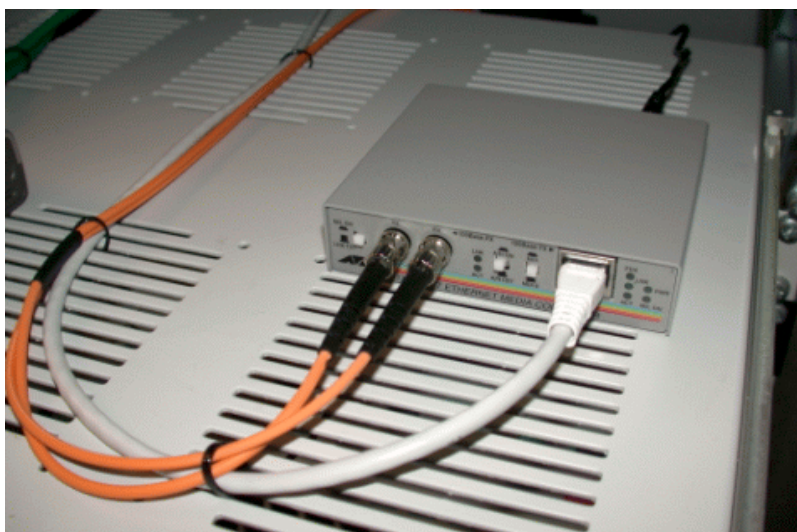
Et eksempel på en pc som er indbygget i et krydsfelt. Der er monteret en skærm/mus omskifter, som gør, at der kan arbejdes på alle servere.



Her ses en stribe rackmonterede servere.



En router monteret på en udtræksskuffe.



På samme hylde er der monteret et fibermodul.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

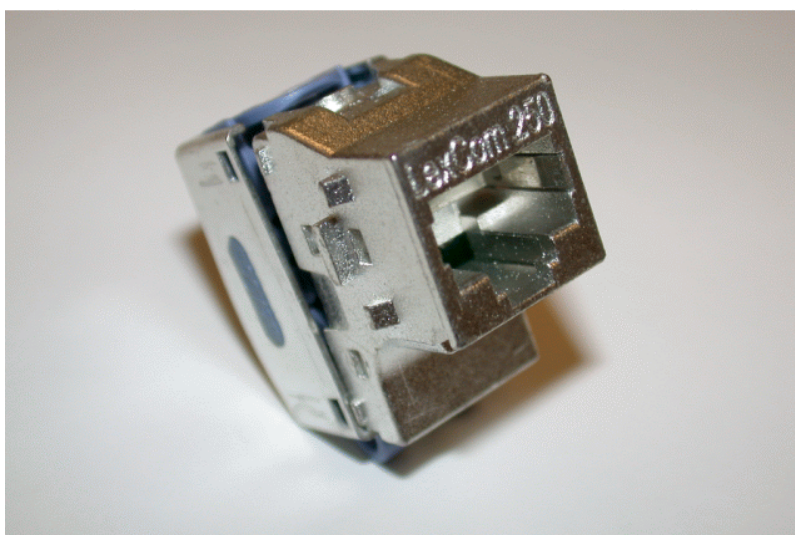


Et eksempel på hvordan arbejdspladsen kan monteres.
2 stk. 230 V udtag, 3 stk. RJ45 udtag samt 2 stk. 230 V
edb udtag.

Konnektorer

Der findes mange producenter af konnektorer. De opfylder alle kravene til de forskellige standarder; ISO 11801, EN 50173 eller TIA/586, men udover det har de intet til fælles. Der produceres millioner af stik på verdensplan, og her i Danmark har vi to producenter. LK producerer til hele Europa og Cekan/CDT til hele verden.

Disse konnektorer skal alle monteres på forskellig måde og fastgøres i rammer, udtag osv. Det kræver i alle tilfælde specielle rammer eller holdere. Det tager typisk kun et par minutter at udføre konnekteringen, men metoderne er forskellige.



Her ses en LK LexCom konnektor til 250 MHz.

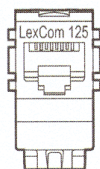
KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS



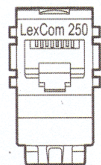
Montagevejledning for LK LexCom® 125/250 UTP konnektorer

Denne montagevejledning gælder for LK LexCom 125/250 UTP konnektorer.

LexCom 125 konnektorerne kan kendes på at stuffercappen er grøn (Cat. 5e).



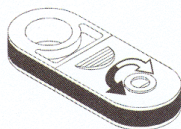
LexCom 250 konnektorerne kan kendes på at stuffercappen er blå (Cat. 6).



Montage

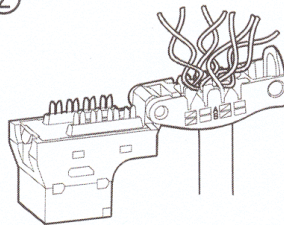
Konnektorerne kan monteres på kommunikationskabler med fast inderleder af dimension AWG 24-22.

①



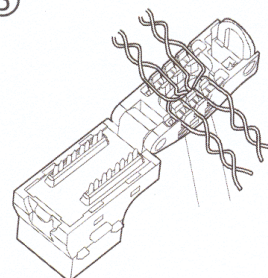
Afstrib kablet med afisoleringstang for kobber/fiber LK nr.: 100V1200.

②



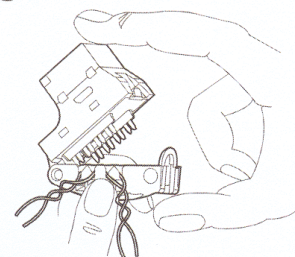
Indfør det afstrippede kabel i den åbne stuffercap.

③



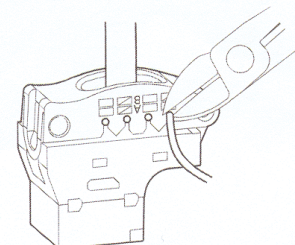
Træk hvert par ned i stuffercappens riller uden at opsno parene. Parene fordeles efter konnektteringsskemaet for enten 568 A eller B.

④



Luk stuffercappen med et let tryk til et tydeligt "KLIK" høres.

⑤



Klip de udgående ledere af helt inde ved stuffercappen.

Bemærk!

Jvf. standarden for RJ45 konnektorer skal disse anvendes sammen med tilhørende RJ45 plugs for at sikre den korrekte funktion.

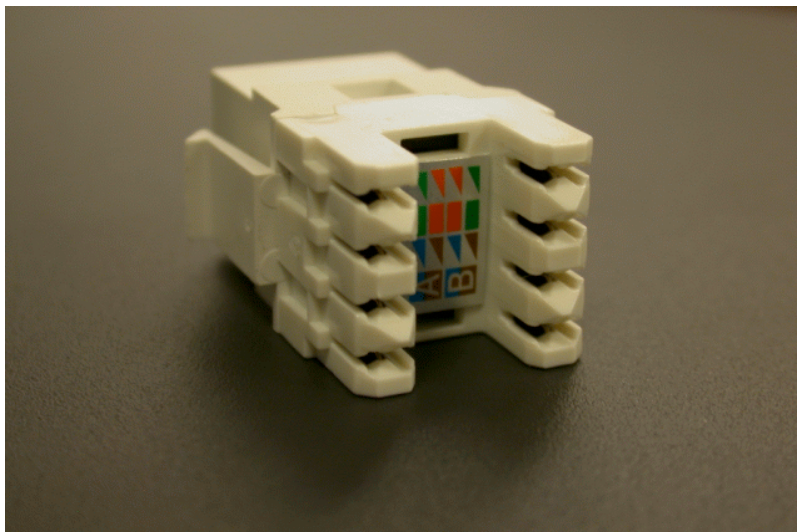
Der konnekteres efter samme farvekodningsprincip (568 A el. B) i begge ender af en link.

I tilfælde af fejl kan konnektorerne retermineres.

Konnektteringsskema iht. EIA/TIA 568 A og B.

	568A	568B
Kontakt/pin	Farve	Farve
1	hvid-grøn	hvid-orange
2	grøn	orange
3	hvid-orange	hvid-grøn
4	blå	blå
5	hvid-blå	hvid-blå
6	orange	grøn
7	hvid-brun	hvid-brun
8	brun	brun

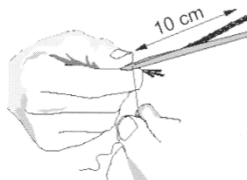
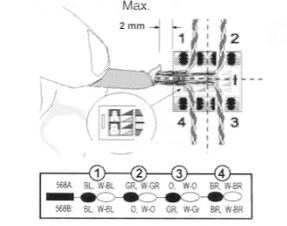
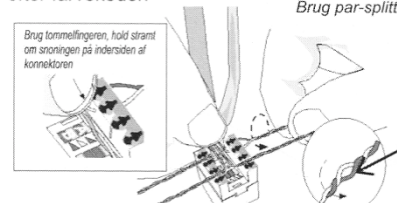
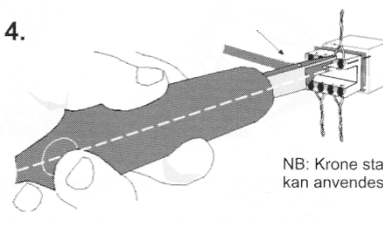
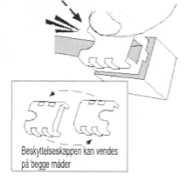
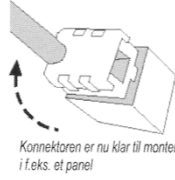
Cekan/CDT

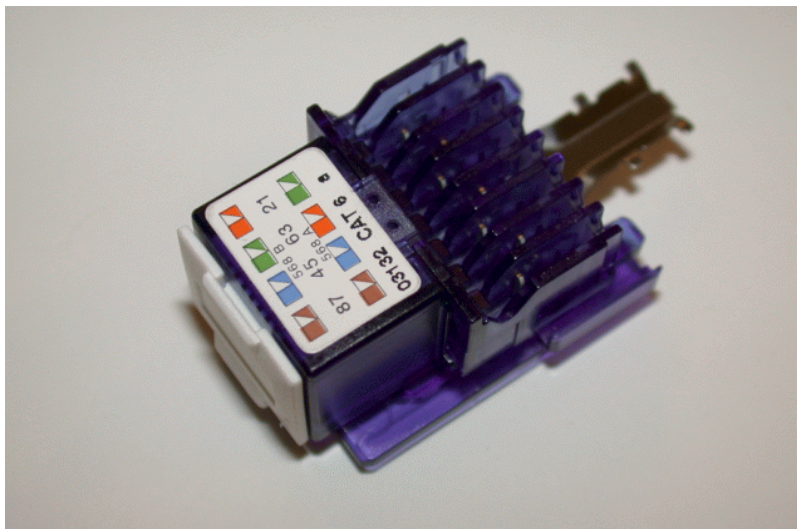


Cat 6 Cekan CDT

Installationsvejledning Punch Down

Installationsvejledning for terminering
af CEKAN/CDT punch down konnektor
vers. 01

- 1.** Forbered kablet før montage
afisolér kappen ca. 10 cm

- 2.** Arrangér parrene i et kvadrat i.f.t.
farvekoderne vist nedenfor

Max. 2 mm
1 2
4 3
558A: SL, W-BL, GR, W-GR
558B: SL, W-BL, GR, W-GR
558C: SL, W-BL, GR, W-GR
558D: SL, W-BL, GR, W-GR
Brug par-splitterne for at separere hvert par
Åbn kun en halv snoning som vist
- 3.** Placer og indsæt hver leder
efter farvekoden

Brug tommelfingeren, hold stramt
om snoringen på indersiden af
konnektoren
- 4.** Hold værktøjet vinkelret på
konnektoren og installér

Hjælpeværktøj til montage i hånden
kan med fordel anvendes
NB: Krone standard 110 monteringsværktøjer
kan anvendes
- 5.** Sæt beskyttelseskappen
bag på konnektoren

Beskyttelseskappen kan vendes
på begge måder
- 6.** Bøj kablet op i sporet
på beskyttelseskappen

Konnektoren er nu klar til montering
i f.eks. et panel

Freenet Danmark

Her ses et Cat 6 stik fra Freenet Danmark.

Vejledning til Freenet Danmark findes på næste side.

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

[illegible]

KABLING AF DATAANLÆG, KABLINGSPRAKSIS

KABLING AF DATAANLÆG, FREMSTILLING AF ET PATCHKABEL

Fremstilling af patchkabel

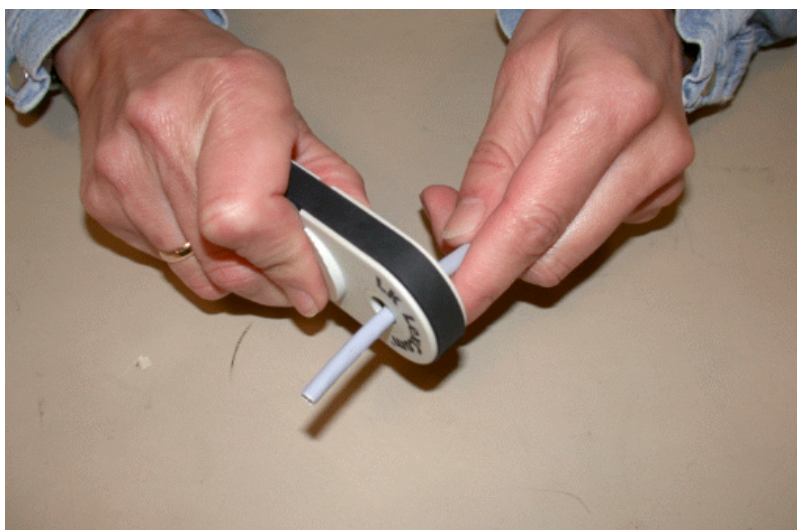
Normalt kan det ikke anbefales at fremstille egne patchkabler, men står man og mangler et, eller kan den ønskede længde ikke kan fremskaffes, så er der kun én vej.

Start med at klippe ca. 20 cm af kablet af (dette stykke må formodes at være defekt på grund af mishandling).

Trin 1

Med en kabelstripper skal kappen afbarkes i en afstand på ca. 5 cm.

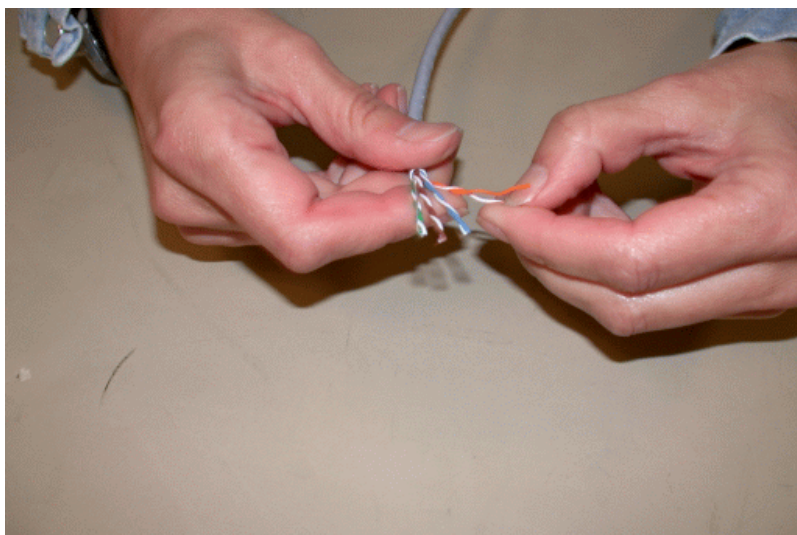
Pas på, at de enkelte ledere ikke beskadiges.



KABLING AF DATAANLÆG, FREMSTILLING AF ET PATCHKABEL

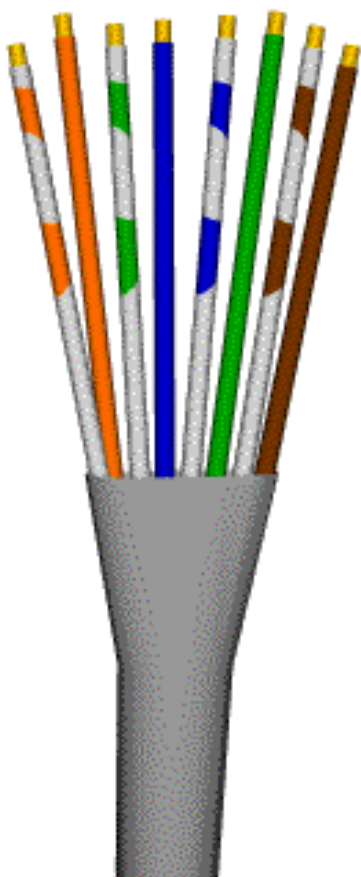
Trin 2

Opsplit kablet i de enkelte par, men pas på, at selve parrene i kablet ikke opsplittes.



Trin 3

Læg de enkelte ledere ud i den rækkefølge de skal monteres i.



Rækkefølgen fra venstre (568B)

Orange/hvid

Orange

Grøn/hvid

Blå

Blå/hvid

Grøn

Brun/hvid

Brun

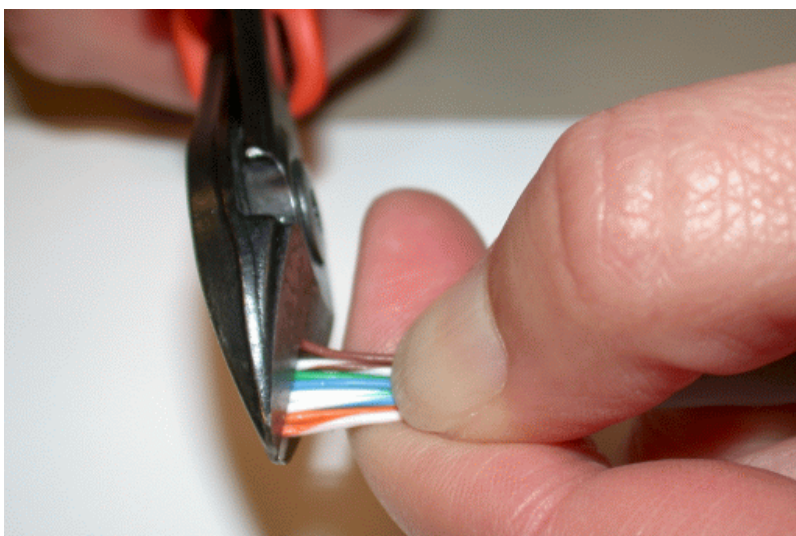
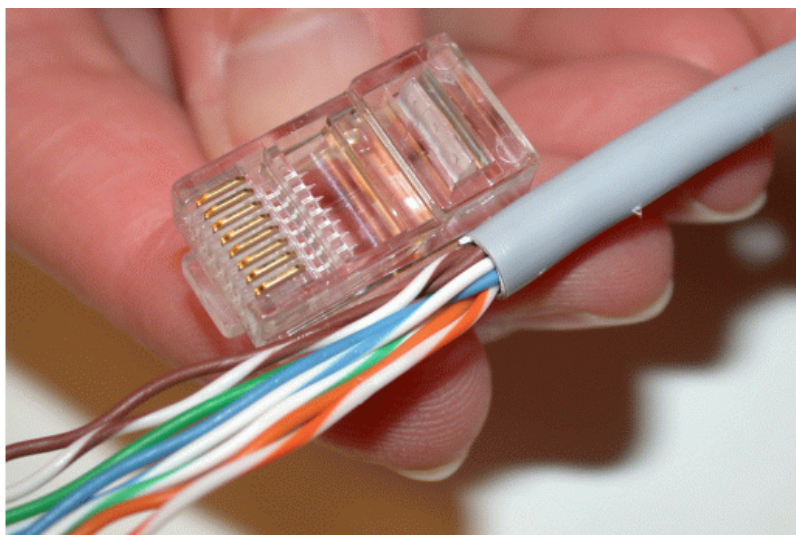
Ved 568A skal det orange og grønne par byttes,
Er der tale om et krydskabel; monter efter 568A i den ene ende og 568B i den anden ende.



KABLING AF DATAANLÆG, FREMSTILLING AF ET PATCHKABEL

Trin 4

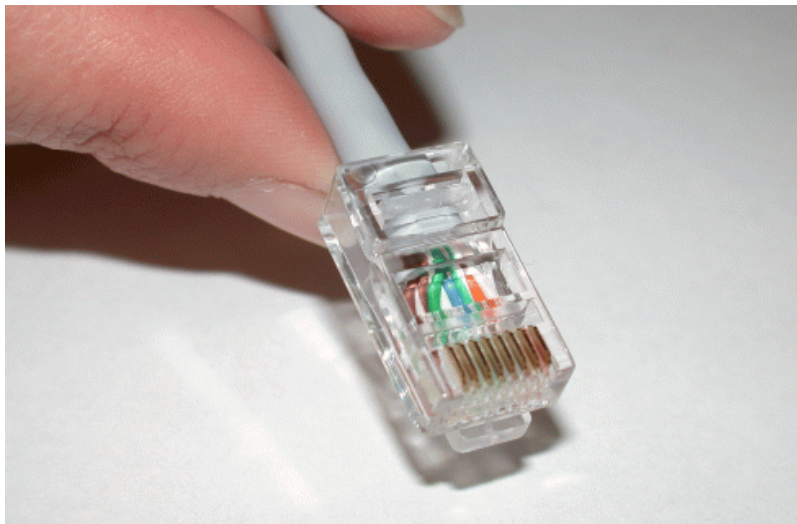
Klip enderne af i en afstand der gør, at kabelkappen bliver aflastet. Brug evt. stikket som målepind.



KABLING AF DATAANLÆG, FREMSTILLING AF ET PATCHKABEL

Trin 5

Skub forsigtigt kablet ind i stikket. Pas på rækkefølgen.



Trin 6

Check, at alle de enkelte ledere når frem forrest i stikket.



Nu er det sidste chance for at kontrollere rækkefølgen, og at alle ledninger er i bund.

KABLING AF DATAANLÆG, FREMSTILLING AF ET PATCHKABEL

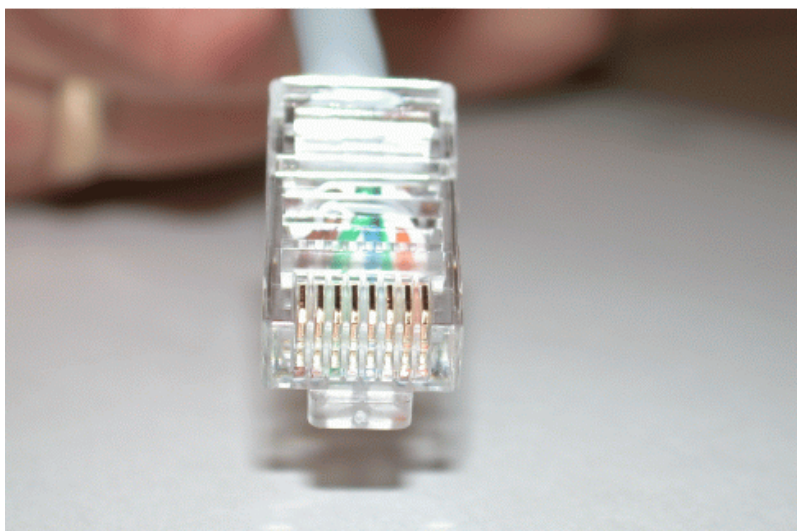
Trin 7

Klem stikket sammen i en egnet tang. Der findes mange forskellige tænger, men de der giver et parallelt klem er bedst.



Trin 8

Kontroller, at alle 8 stifter er i bund. Specielt ved anvendelse af billige tænger kan de yderste hænge lidt.



Trin 9

Med en kabel tester kan du nu teste kablet.

Backbone kabling står for ryggraden i netværket eller den vertikale kabling.

Backbone kabling.

Så snart der er tale om en installation med flere krydsfelter, vil der være behov for at udføre backbone installation.

Backbone installationen også kaldet den vertikale kabling er kabling mellem krydsfelter.

Valget mellem kobber og fiber.

Til dato har det som regel været en CAT 6 eller CAT 5E installation, med en begrænsning på 90 meters fast installation. Men det er nu mest almindeligt at man installerer en fiberforbindelse. Dette er en mulighed i dag, men med næste revision af TIA/EIA 586 bliver der krav om det.

Valget mellem singlemode og multimode.

Valget i dag består af enten en singlemode eller multimode installation. Men det er nu muligt at købe hybridkabler, med både single- og multi mode fiber, er nok den mest fremtidssikre løsning.

Med multimode er afstande op til 2000 m muligt, med singlemode afstande op til flere hundrede km.

Valget mellem halv og fuld duplex.

Hvis der vælges halv duplex, er man begrænset af 512 bit reglen, som ved 100 Mbit giver en begrænsning på 412 meter, men vælger man fuld duplex, er grænsen nu bestemt af fiberen. Multimode op til godt 2000 meter, og singlemode flere hundrede km. Man skal dog sikre sig at udstyret i begge ender understøtter fuld duplex.

Valget mellem 50 μm og 62,5 μm .

Ved multimode kan man vælge mellem 50 μm eller 62,5 μm . 50 μm giver størst båndbredde, så det er det man skal vælge.

Valg af konnektertype.

Konnekter typen vil være afhængig af det som der sidder på udstyret, i dag typisk ST- eller SC konnektere, men der er mange nye typer på vej. Man skal lige være klar over at ST er og kan ikke certificeres. Et godt valg LC eller MT-RJ.



ST konnekter



SC konnekter

Man kan også vælge nogle af de nye SFF-stik.

Valg af kabel

Her skal vælges kappe efter hvor den skal installeres.

Skal kablet bruges indendørs, eller udendørs?

Hvilken form for brudstyrke skal kappen have?

Skal den have specielle mekaniske egenskaber?

Skal den kunne modstå gnaverangreb?

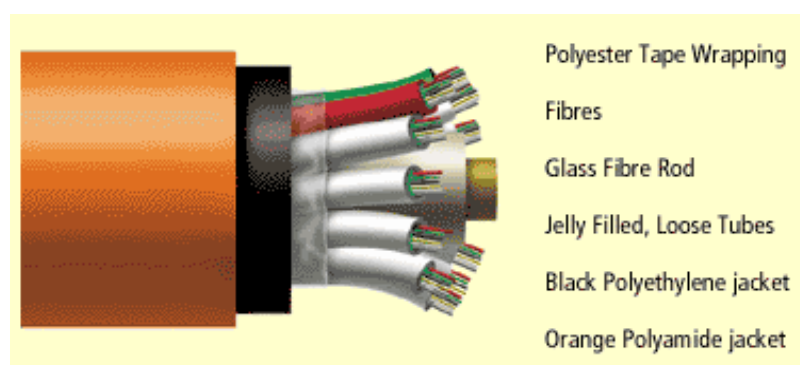
Skal den kunne udsættes for UV lys (sollys)?

Skal den ophænges evt. på en bæretråd?

Der er meget at tage stilling til. Vælges forkert, vil kablet enten være for dyrt, eller ikke opfylde de mekaniske krav og gå til.

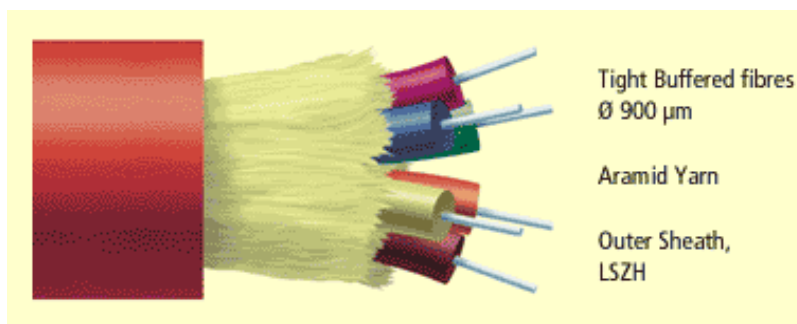
Valget mellem loose tube eller tight buffer

Ved loose tube anvender vi et rør på ca. 2,8-3,5 mm tykkelse, som indeholder op til 12 (i nogle tilfælde 24) løse fibre, med en slutdiameter på 250 μm . Denne løsning skal afsluttes i enten en kabeldele, eller i en splidskassette. Fordelen ved loose tube er at man får mange fibre for en lille pris, som ikke fylder meget og vejer lidt.



Her er et eksempel på loose tube fra Draka

Man kan også vælge tight buffer kabel, her er de enkelte fibre omsluttet af en kappe som har en slutdiameter på 900 μm . Denne type kan direkte afsluttes i et stik. Kablet fylder dog mere, og er lidt dyrere.



Her er et eksempel på en tight buffer fra Draka.

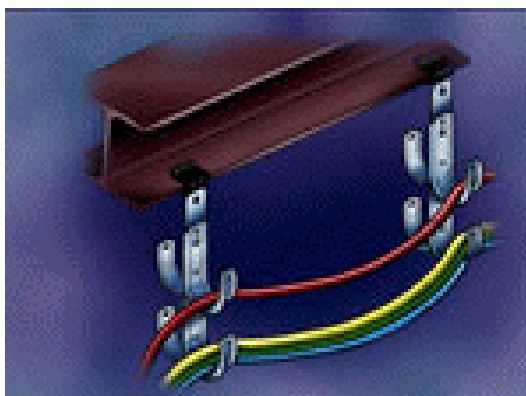
Den strukturerede løsning.

Ved at vælge fiber har man glæden af de store afstande. Dette bevirker at der kan udføres en struktureret løsning. Altså en udvidet stjerneopbygget installation (extended star), hvor man har et hovedkrydsfelt, hvorfra alle ens backbone fibre transmitterer signaler ud til de enkelte underkrydsfelter som så virker som deres egne stjernepunkter for den horisontale installation (fra krydsfelt til arbejdsplads).

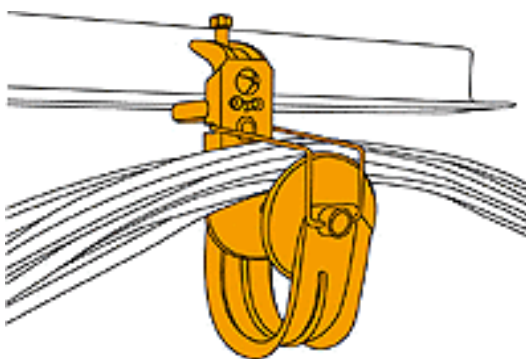
Kabelføring

Kabelføring kan være i kanaler, i kabelbakker, på kabelstiger osv. Der findes mange velegnede metoder. En god løsning er en løsning, hvor der er plads i kanaler/bakker til udvidelser.

Der findes dog i dag mange ophængningsmetoder, og man skal ikke føle sig begrænset af de få gængse typer man kender.



Her er et eksempel på ophængningskroge fra Caddy

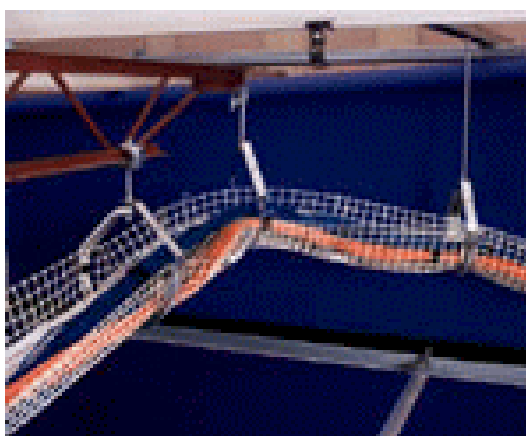


Her er en kabel pulley. Den er god under udlægnings processen.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING



CatTrax fra Caddy, bløde kabelbakker, smart til de steder hvor man skal rundt om mange emner.



Her ses hvordan man kan komme rundt om hjørner.

Udlægning af backbone kabler.

Ved udlægning er det meget vigtigt, at man overholder ALLE fabrikantens oplysninger om udlægning.

Temperatur kabler opgives med et temperatur som skal overholdes ved udlæggelse.

Bøjningsradius Der er en minimums bøjningsradius (ikke at forveksle med diameter), denne bestemmer hvor store bøjninger i bakker skal være. Typisk opgives to værdier, en for udlægning, og en til det udlagte kabel.

Trækraft hvor meget kraft kablet må udsættes for. Dette opgives i Nm. Divideres dette tal med 10 svarer det til vægten i kilo som der må rykkes.

Udlægning af fiber.

Er der tale om fiber er det absolut nødvendigt at der kun trækkes i kævleren, og ikke i kappen. Der må på intet tidspunkt trækkes i kappen. Trækkes der i kappen kan op til 25 meter gå tabt. I det øjeblik man skærer kablet over må fiberen ikke vandre. Hvis den gør det har kablet lidt overlast. Dette kan resultere i at selve fiberen bliver stresset, og til sidst fejler. Er en fiber stresset, kan dette kun afsløres med en OTDR (Optiske Time Domain Reflektometer). I Holland er der krav om at alle fiberinstallationer skal gennemmåles med en OTDR.

Specielt er der problemer når der skal trækkes midt på et fiber kabel. Der må aldrig trækkes i kappen, men en spole med 5-10 vindinger som overholder minimums bøjningsradius skal bruges, hvis ikke, bliver fiberen stresset.

Potentialudligning mellem krydsfelter.

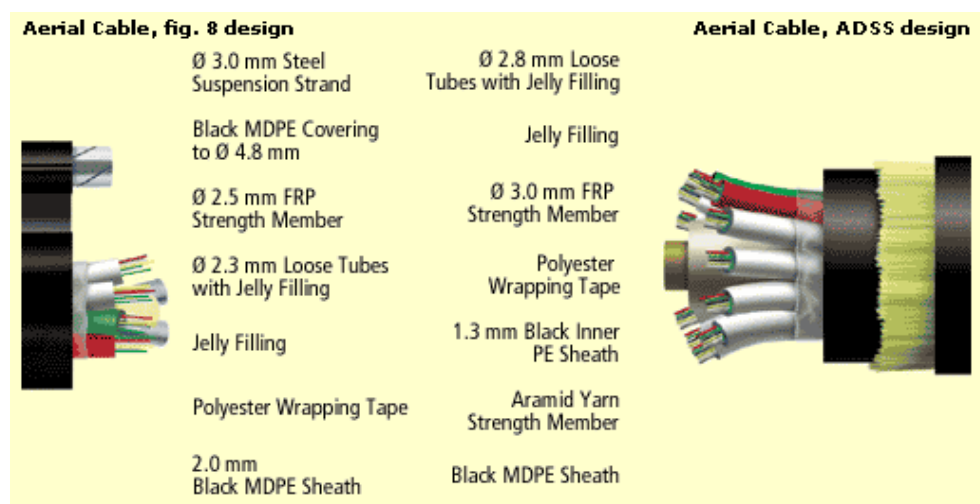
Alle krydsfelter skal potentialudlignes. Dette gøres ved, at der udlægges en forbindelse fra krydsfeltet til det fælles potentialudligningspunkt. Der må ikke laves en ring mellem krydsfelterne. Der kan evt. være tale om brug af skærmede jordkabler. Det har den fordel at evt. opsamlet støj ikke ender i krydsfeltet. Skærmen skal forbindes til det fælles potentialudligningspunkt. Det kan også anbefales at der udføres en maskepotentialudligning. Dette indebærer at der skal etableres mange forbindelser mellem de forskellige krydsfelter. Såfremt der ikke laves mange forbindelser vil der opstå brumsløjfer.

Backbone mellem bygninger.

Er der tale om forbindelse mellem bygninger, kan der være tale om kabler i jord, i gange eller i luften.

Bruges fiber er potentialudligningsproblemet væk.

Er der tale om luftkabler, er der tit en bærewire for at give kablet den fornødne styrke. Denne wire kan være udført af stål. Dette betyder at man har en galvanisk forbindelse mellem bygningerne. Denne metalforbindelse skal helst afsluttes uden for bygningen, og må under ingen omstændigheder føres ned til krydsfeltet.

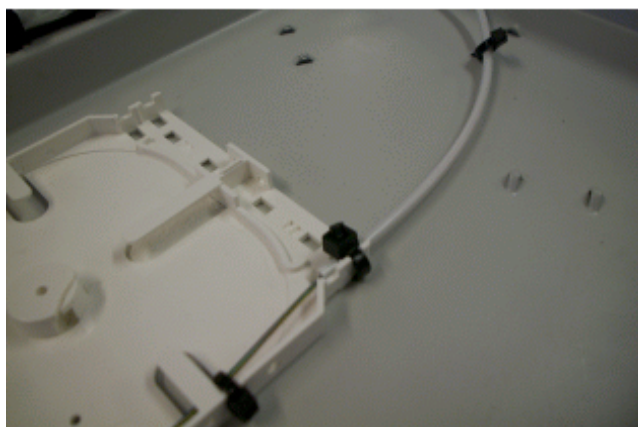


Her er to eksempler fra Draka, den til venstre har en bærewire af stål.

Indgang til krydsfeltet

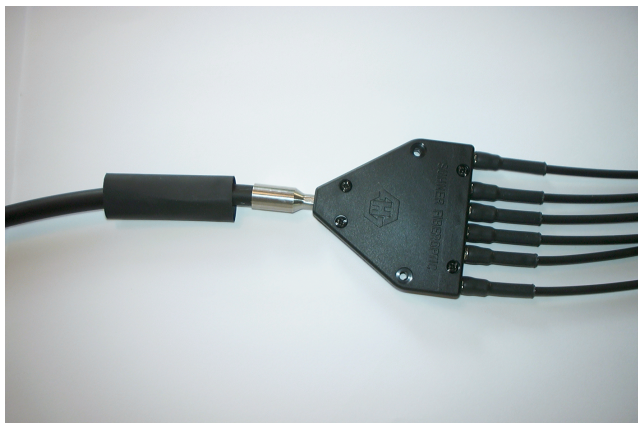


Man skal sørge for at det er kevlaren og ikke kun kappen der bliver aflastet. Dette er kun et skoleeksempel. Normalt vil ydre kappen ikke føres op i denne type af patchkabler

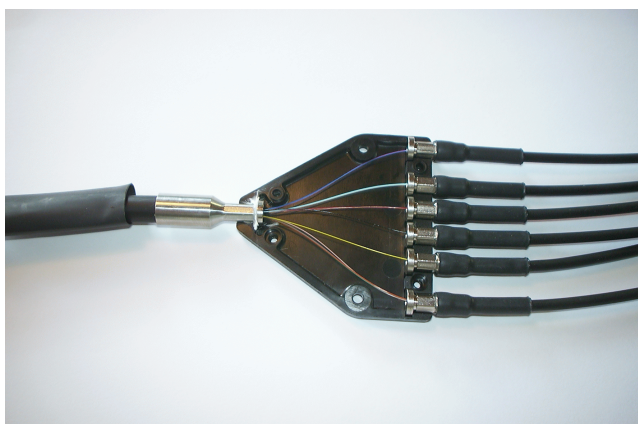


Er der tale om loose tube som i dette tilfælde skal røret afsluttes i et splidspanel, eller med en kabelfordeler. Det er meget vigtigt, at der ikke er mulighed for at fiberen bliver beskadiget, hvor det kommer ud af selve røret. Man skal desuden passe på at røret ikke bukkes for skarpt.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING



Denne type kabelfordeler (fra Huber-Suhner), fås med mellem 6 og 12 enkelte rør som de løse fibre kan føres i . Der kan evt. føres flere fibre i samme rør. Røret minder om et 3,5 mm patch kabel, og kan termineres på samme måde. F.eks. i et SC stik. Der er dog også mulighed for afslutning i en dåse med flere konnekterer.



Her ses hvordan de enkelte fibre føres ind i de 6 afgangsrør. Selve afslutningen af kablet, udføres på en sådan måde at det er kevlarer der aflaster enden, og ikke kappen. Krympefleksen er ikke krympet for at man kan se, at det kun er der hvor der er kevlar der klemmes. Metoden her er ikke særligt udbredt, men giver en nem afslutning, hvor der ikke ønskes afslutning i et patchpanel.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

Nærføring af kabler

Der fås løsninger hvor fiberen ender i et 900 mm plast rør. Disse skal dog afsluttes i en dåse / patchpanel.

Er der tale om fiber er der ingen nærførings problemer med hensyn til elektrisk støj, men man skal huske temperaturen og mekanisk påvirkning fra andre kabler.

Er der tale om kobberkabler skal der tages hensyn til elektrisk støj.

Minimums afstand	fra andre kilder		
	Minimums afstand		
	<2 kVA	2-5 kVA	>5 kVA
Uskærmede ledninger	127 mm	305 mm	610 mm
Uskærmede ledninger i et jordet kanalsystem	64 mm	152 mm	305 mm
Skærmede ledninger i skærmet rør/kanaler		76 mm	152 mm
Motor/transformer			1220 mm

Tabellen her anbefales af Bicsi, men er der tale om fiberinstallationer, er der ingen problemer med nærføring af kabler.

Egenvægt af kabler.

Når backbone kablingen udføres vertikalt (typisk mellem etager), så skal man tænke på dets egenvægt. Hvis man fx dropper kablet ned gennem en elevator/ventilations skakt, skal man tænke på dets egenvægt. Man må ikke starte med at rulle kablet ned i skakten, og derefter fastgøre det. Kablet skal fastgøres under udlægningen.

Temperatursvingninger.

Kabler opgives med en installationstemperatur samt en driftstemperatur. Overholdes driftstemperaturen ikke, kan man forvente at installationen ikke vil kunne levere den båndbredde, som er solgt til kunden. Er der tale om kabler i lofter eller i murens hulrum kan de om vinteren blive udsat for meget lave temperaturer, og om sommeren blive udsat for meget høje temperaturer.

Fugtproblemer.

Loose tube fibre fås med eller uden gelé, denne gelé er for at forhindre at der kommer fugt ind i kablet. Fiber påvirkes af vand/fugt hvis det er under stress. Derfor er det nødvendigt at fiberen holdes fri for fugt enten ved hjælp af gele eller andre fugt vandrende bremsende stoffer.

Fastgørelse af kabler.

Bruges der strips, må disse ikke deformere kappen. Speciel bløde kabler påvirkes nemt af strips fx mikrokabler, som bliver mere og mere populære.

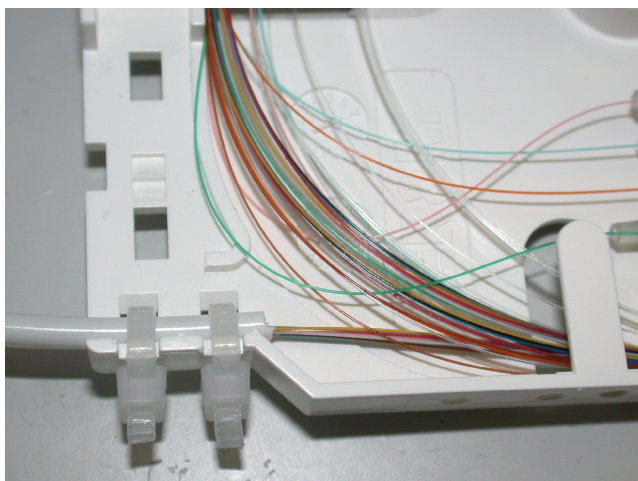
Splidsekassetten

Efter at fiberkablet er ført ind i patchpanelet med en korrekt aflastning ved hjælp af kevlar, skal vi nu have styr på de enkelte fibre. Der monteres enten en kabelfordeler eller en splidsekassette. De har til formål at muliggøre aflastning og videreførelse af den enkelte fibre.

Splidsekassetten monteres i patchpanelet, med enten skruer eller med en velegnet dobbeltklæbende tape (den skal kunne holde til varme og have en levetid længere end krydsfeltets levetid).

Loose tuben, skal nu føres helt ind i kassetten, og aflastes. Det er meget vigtigt at røret ender i kassetten, for ellers vil en korrekt aflastning ikke være mulig. Som regel skal den fastgøres med to strips. Det er også meget vigtigt at man overholder minimums bøjeradiusen fra kabelenden og ind til kassetten, det er min. 30 mm for de fleste fibertyper. Røret kan evt. fastgøres undervejs

Her ses røret aflastet i kassetten



Som man kan se, er der brugt to strips, og røret afsluttes lige ved indgangen.

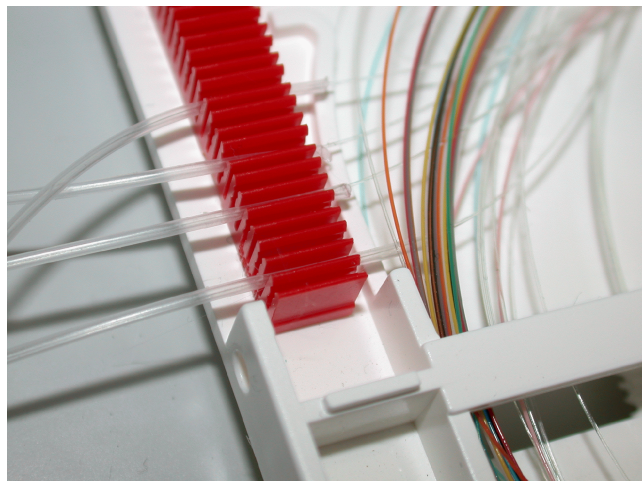
De enkelts fibre SKAL følge med rundt i det yderste af kassetten, overholdes dette ikke vil der ske et tab, og det kan gå ud over fiberets levetid.

Derefter skal fiberen føres ind til selve splidsen.



Her er vist fire fusionssplidsninger.

Hele tiden skal man tænke på at minimums bøjningsradiusen overholdes. Specielt ved multimode, hvis der på et tidspunkt opgraderes til 1300 nm vil man opleve at en installation der ellers virker ved 850 nm ikke virker ved 1300 nm da bøjningsradiusen er strengere. Er der tale om single mode opstår problemet meget hurtigt.



Når fiberen skal videre kan det nu f.eks. ske med en pigtail eller løse bufferrør der overtrækkes de enkelte fibre. Her ses en holder der er beregnet til montering af 0,9 mm bufferfibre.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

Det gør at hele den rå installation, altså der hvor vi har 250 μm fibre, ligger inde i splidsekassetten og ikke løst andre steder.

Splidse kassetten, giver den rå fiber et beskyttet område, hvor det er nemt at overholde minimums bøjningsradiusen.

Her er et eksempel hvor der ikke er benyttet en kassette.



Man kan se, at der hvor de enkelte fibre kommer ud af røret er der et skarpt knæk, og ingen aflastning.

Udsættes fiber for en bøjning på mindre end 50 mm, vil man se en voldsom stigning i dæmpningen. En bøjning på ca. 15 mm i diameter kan give et tab på op til 8 dB. Selv om man prøver at rette fiberen ud igen, er skaden uoprettelig. Tænk på det under arbejde i splidsebakken.

Kabler

Forskellige typer af indpakning.

Når fiberen bliver pakket ind (der påsættes en kappe), er der mange valg der skal træffes.

Skal kablet bruges indendørs, eller udendørs?

Hvilken form for brudstyrke skal kappen have?

Skal det være en simplex eller duplex fiber?

Skal den udlægges som fast installation, eller drop/patch?

Skal den have specielle mekaniske egenskaber?

Skal den kunne modstå gnaveangreb?

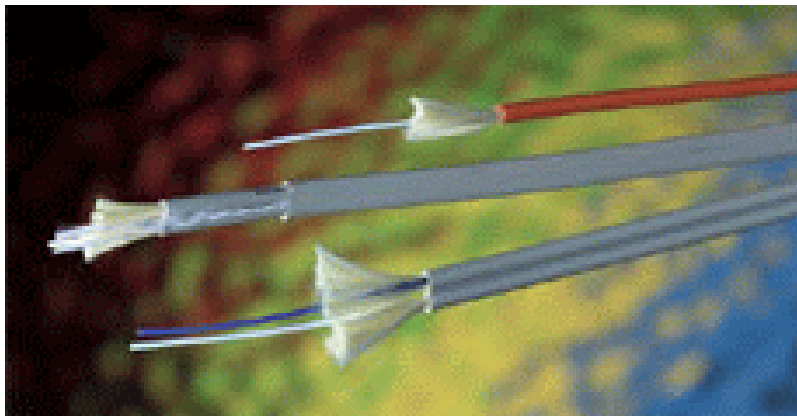
Skal den kunne udsættes for UV lys (sol lys)?

Skal den ophænges evt. på en bæretråd?

Her er et lille udvalg fra Draka i Danmark.

Single fiberkabler

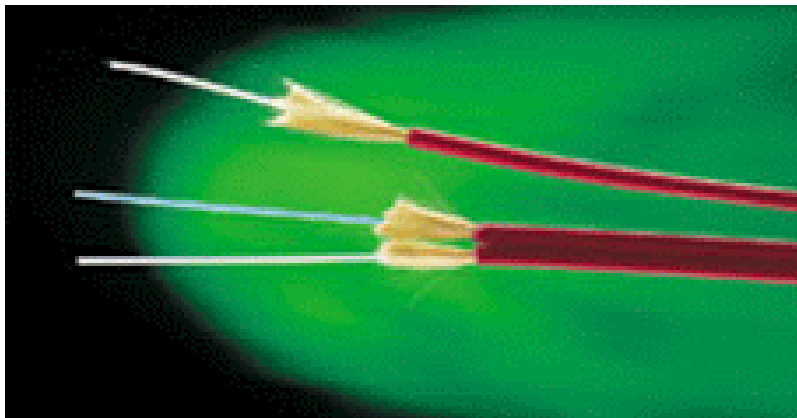
Disse kabler er velegnede til punkt til punkt forbindelser, interne forbindelser i udstyr, patch kabler, og til kabler i udstyr.



FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

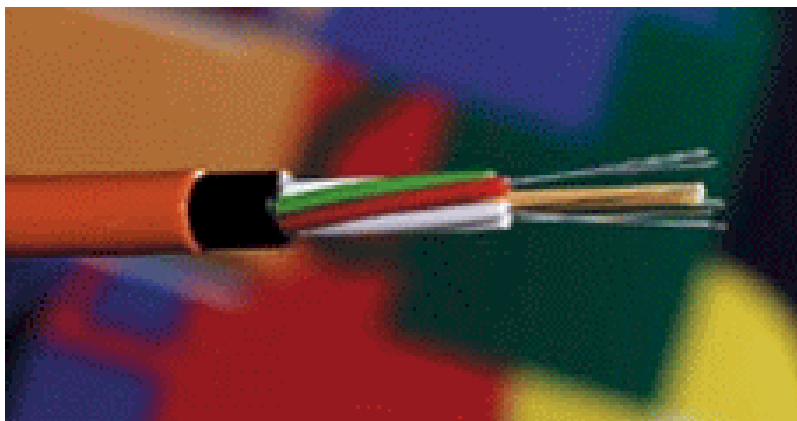
Multi purpose kables:

Disse kabler kan bruges både indendørs og udendørs, og er velegnede i kabelkanaler, på vægge osv. Bruges typisk til backboneinstallationer.



Udendørskabler:

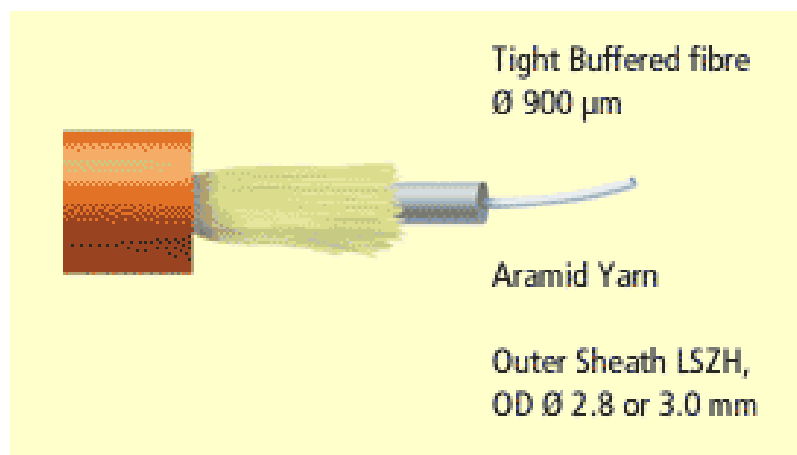
Disse kabler kan graves direkte ned i jorden, lægges i rør, bruges til forbindelser mellem bygninger, afdelinger, og desuden til backboneinstallationer.



Single fiberkabler:

Dette er kabler som kun indeholder en fiber.

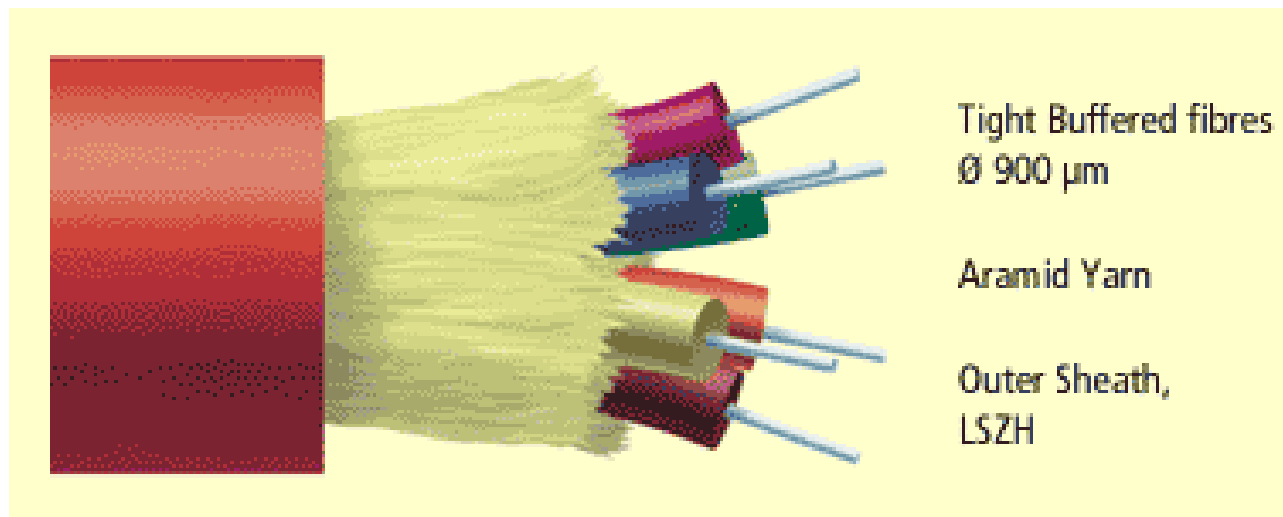
Her er et eksempel fra Draka



Denne type består af en outer sheath, kappen en LSZH Low Smoke Zero Halogen med kevlar og en 900 mm buffer. Den har en udvendig størrelse på 2,8- eller 3,0 mm.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

Multi Purpose Tight buffered UV stabilisered LSZH flamme afvisende kabel.



Her er en type som består af fra 2 til 24 tight buffered (900µm) fiber omkranset af kevlar og omsluttet i en LSZH kappe.

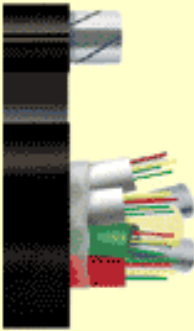
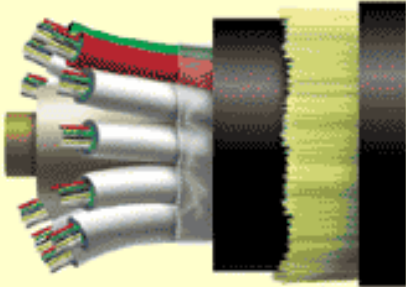
Jacket Material	LSZH						
Number of Fibres / example	2	4	6	8	12	16	24
Cable Diameter	5 mm	5 mm	5.5 mm	6 mm	6.5 mm	7 mm	8.5 mm
Weight, per 1,000 mtr	30 kg	30 kg	30 kg	40 kg	45 kg	50 kg	80 kg
Minimum Bending Radius							
Long Term	100 mm	100 mm	100 mm	100 mm	130 mm	130 mm	230 mm
Short Term	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	75 mm	75 mm	115 mm
Maximum Tensile Strength							
Permanent	225 N	225 N	280 N	280 N	335 N	335 N	335 N
Short Term	450 N	450 N	560 N	560 N	670 N	670 N	670 N
Temperature Range							
Operation and Installation	-20°C to +55°C						
Storage	-40°C to +70°C						
Fire Resistance	Complies with IEC 332-3C and IEC 332-1						

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

Jacket	materialhvad kappen er lavet af
Number of fibers	antallet af fiber
Cable Diameter	kappens diameter
Weight per 1000 m	vægt per 1000 meter
Minimum bending	minimums bøjningsradius på kort og lang sigt.
Maximum Tensile Strength	trækraft som kablet må udsættes for, permanent og under installation.
Temperatur range	Temperatureområde, under installation og brug, samt ved opbevaring.
Fire Resistance Brand	egenskaber (henvisninger til normer)
Ud over de mekaniske forhold vil der altid være en beskrivelse af selve fiberen.	

50 / 125 μm	MT002	MT004	MT006	MT008	MT012	MT016	MT024
	M5-70	M5-70	M5-70	M5-70	M5-70	M5-70	M5-70
62.5 / 125 μm	MT002	MT004	MT006	MT008	MT012	MT016	MT024
	M6-70	M6-70	M6-70	M6-70	M6-70	M6-70	M6-70

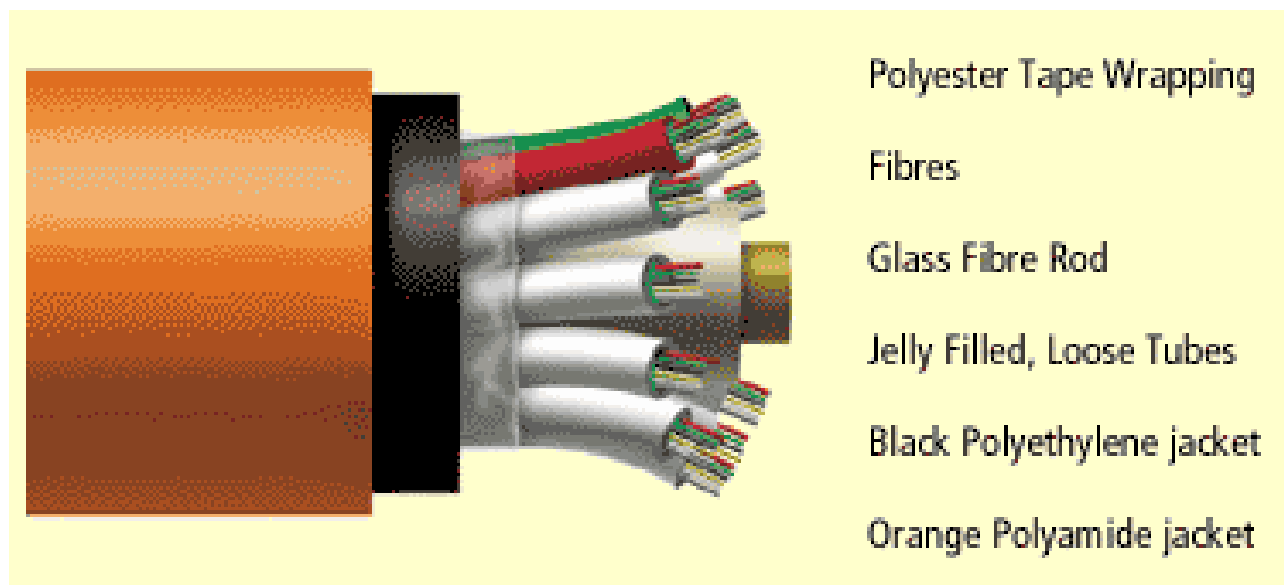
Udendørs kabel, selvbærende

Aerial Cable, fig. 8 design		Aerial Cable, ADSS design	
	Ø 3.0 mm Steel Suspension Strand	Ø 2.8 mm Loose Tubes with Jelly Filling	
	Black MDPE Covering to Ø 4.8 mm	Jelly Filling	
	Ø 2.5 mm FRP Strength Member	Ø 3.0 mm FRP Strength Member	
	Ø 2.3 mm Loose Tubes with Jelly Filling	Polyester Wrapping Tape	
	Jelly Filling	1.3 mm Black Inner PE Sheath	
	Polyester Wrapping Tape	Aramid Yarn Strength Member	
	2.0 mm Black MDPE Sheath	Black MDPE Sheath	

Begge er med geléfylt således at der ikke kan trænge vand ind i kablet. Kablerne har en MDPE kappe giver en god mekanisk beskyttelse samt afvisning af UV-lys.

FIBERTEKNIK, BACKBONE KABLING

Udendørs geléfylt kabel med fra 2 til 270 fibre, med en PE/PA kappe.



Anvendes typisk til backbone kabling, har ingen metalliske dele, og er derfor ufølsom overfor lynnedslag. Ved indpakningen er der flere muligheder.

PE kappe.

Glasfiberindkapsling som en ikke metallisk beskyttelse mod rotter.

En Alu folie / PE kappe.

En PE/ bølge stpål / PE kappe.

En Aluminium /PE/ PA kappe for den petrokemiske industri.

Og en løsning uden gelé er nemmere at montere.

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Kabelkategorier

Der findes mange former for kabler. Det der bestemmer hvor mange data der kan overføres i et parsnøet kabel, er afhængig af kvaliteten af de snoninger, som anvendes. I dag findes der 5 kategorier CAT 1 til CAT 5e, 6 og 7 er under udarbejdelse.

CAT 1	Telefoni
CAT 2	Lav - hastighed for data kommunikation ISDN
CAT 3	Transmissionshastigheder op til 16 MHz, datatransmission op til 10 Mbps, velegnet til 10 Mbit Ethernet
CAT 4	Transmissionshastigheder op til 20 MHz. Datatransmission op til 16 Mbps, velegnet til 16 Mbps Token Ring
CAT 5	Transmissionshastigheder op til 100 MHz, datatransmission op til 155Mbit, velegnet til ATM, fast Ethernet.
CAT 5e	1000Baset

Kabellængder

Kategori	< 100KHz	< 1 MHz	< 16 MHz	< 100 MHz
CAT 3	2 Km	500 m	100 m	
CAT 4	3 Km	600 m	150 m	
CAT 5	3 Km	700 m	160 m	100 m
CAT 5e				100 m

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Kabellængder

I en typisk installation består kabellængden af tre dele.	
Dropkabel	det kabel der går mellem arbejdspladsen og den faste installation
Patch kabel	det kabel der patcher den faste installation til netudstyret, typisk i et rack
Fast installation	kablet der ligger fast i kabelkanaler og væg/loft installationer

En CAT 5 installation må være 100 meter. På grund af parsnoningen er der et tab på 3 %, derved tabes 3 meter, der skal også anvendes lidt patch og dropkabel, resultatet bliver:

Max længde	100 meter
parsnoning	3 meter
drop / patch kabler	7 meter
tilbage til den faste installation	90 meter

Højhastigheds net	Der findes flere højhastigheds net.
100 BASE T	I IEEE 802.3u beskrives 3 typer.
100 BASE Tx	Bruger 2 par i en CAT 5 UTP installation.
100 BASE T4	Bruger fire par i CAT 3, CAT 4 eller CAT 5 installationer. 100 BASEFX specificerer fiber optisk links via duplex multimode fiberkabel.
100 BASE FX	Er en multimode standard der bruger 62,5 / 125 fiber. Dæmpning må være på max 11.0 dB. Den maksimale forsinkelse må være på ialt 2.56 µsec. Max længde multimode fiber er 412 m. Dette krav gælder kun hvis der benyttes pakker af Ethernet typen med CSMA/CD som access metode. IEEE 802.3y beskriver 100 Mbit på CAT 3, 4 og CAT 5 installationer, der benyttes to par og med en frekvens på ca 25 MHz.
100 BASE SX	Ethernet fiber ved 850 um, bruger 4B/5B kodning. 100 VG AnyLAN
IEEE802.12	VG står for Voice Grade (altså telefonkabel) CAT 3. 100VG bruger en kodningsteknik kaldet Quartet Signalling til transmission af data over alle fire par. Den kører 10 gange hurtigere end en 10 BASE T installation, CSMA/CD teknikken er udskiftet med POD Priority on Demand - båndbredde tildeling efter behov. Har ingen kollisioner og derfor kan nettet udnyttes op til 98 % i forhold til de ca. 50 % på et Ethernet. Skift fra 10BASE T til 100VG AnyLAN giver ca. en 20-dobling af hastigheden (normalt kan Ethernet kun udnyttes op til 50 %). Derfor er det meget velegnet til lyd, video og multimedia applikationer.

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Signaler op til 30 MHz med Cat 3 kabel på op til 100 meter, og Cat 5 op til 200 meter, kan ikke anbefales. Der er 400 Mbps og 4 Gbps under udvikling.

Oversigt over 100 Mbps typer

	100BASE T	100 VGAnyLAN
Variationer	100BASETx 100BASET4 100BASEFX	IEEE802.3 Ethernet rammer IEEE802.5 Token Ring rammer
Kabel typer	100BASETX CAT 5 (2 par) 100BASET4 CAT 3,4,5(4 par) 100BASEFX Duplex multi eller single mode fiber	CAT 3,4,5 (4 par) Duplex multimode fiber
Segmenter	Hub til Node 100BASETX CAT 5 100 m 100BASET4 CAT 3,4,5 100 m 100BASEFX MM- 2 km SM 10 km	CAT 3,4,5 (4 par) 100 m CAT 5 (4 par) 200 m multimode fiber 2 km
Velegnet til	Backbone med Ethernet Switches	Tidskritisk netværk, video konferencer multimedia.

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

1000 Base T

En del af Gigabit Ethernet familien.

Understøtter

- CSMA/CD

- Fuldduplex ved 1000 Mbps

- 100 meter 4 par UTP

- Bit error rate (BER) større end 10^{-10}

Hvordan kommer man dertil ?

- Fjern 4B5B kodning (begrænsning på 125 Mbit)

- Transmitter på alle 4 par samtidigt (500 Mbps)

- Samtidig sendes og modtages på alle par (500 Mbps fuld duplex)

- Benyt bedre kodning - 5 level shift(1000 Mbps)

1000 BASE TX

Gigabit Ethernet på CAT 5

1000 BASE SX

Gigabit kortbølge laser 62,5 /50 um multimode fiber

1000 BASE LX

Gigabit lang bølgesingle mode 1300 meter

1000 BASE CX

1000 Mbps på kobber 25 meter

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Netværks begrænsninger**Ethernet****Generelt**

Max antal stationer	1024
Max repeater / Hub	4
Max antal Bridge	7
Topologier	Bus, Stjerne, Træ, Hybrid

**10 BASE 5
kabelinstallationer**

Parameter	Begrænsning
Tilslutnings afstand	spring af 2,5meter
Max segment læng- de	500 meter
Max tilslutninger	100
Standard AUI	50 meter
Office AUI	16,5 meter

**10 BASE 2
kabelinstallationer**

Parameter	Begrænsning
Tilslutnings afstand	> 0,5 meter
Max segment læng- de	185 meter
Max tilslutninger	30

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

10 BASE T kabel installationer

Parameter	Begrænsning
Impedance	75- 165 ohm
Insertion loss ved 10 MHz	11,5 dB
Jitter	mindre end 5 ns.
Propagation delay (forsinkelse)	1000ns
Max længde	100 meter

10 BASE-F multimode

Parameter	50/125 um	62.5 / 125um	100 / 140 um
Attenuation ved 850 nm	<= 13.0 dB	<= 16.0 dB	<= 19.0dB
Insertion loss ved 10 MHz	<= 10,0 dB	<= 10,0 dB	<= 10,0 dB
Envejs propogation delay		25,6 us	
Max længde		2 km	

10 BASE F single mode

Parameter	8/125 um	12 /125 um
Attenuation ved 1300 nm	10,0 dB	10,0 dB
Insertion loss ved 10 MHz	<= 10,0 dB	<= 10 dB
Envejs propogation delay		25,6 us
Max længde		5 Km

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

100 BASE TX

Parameter	Begrænsning
Impedance	75 - 165 ohm
Insertion loss ved 10 MHz	11,5dB
Jitter	$\leq 0,5$ ns
Envejs propogation delay	1000 ns
Max længde simplex	200 meter
Max længde duplex	200 m

100 BASE FX multimode

Parameter	50/125 μ m	62.5 / 125 μ m	100 / 140 μ m
Attenuation ved 850 nm	≤ 13.0 dB	≤ 16.0 dB	≤ 19.0 dB
Insertion loss ved 10 MHz	$\leq 10,0$ dB	$\leq 10,0$ dB	$\leq 10,0$ dB
Envejs propogation delay	25,6 μ s		
Max længde simplex	2 km		
Max længde fuld duplex	412 meter		

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

100 BASE F single mode

Parameter	8/125 um	12 /125 um
Attenuation ved 1300 nm	10,0 dB	10,0 dB
Insertion loss ved 10 MHz	$\leq 10,0$ dB	≤ 10 dB
Envejs propagation delay	25,6 us	
Max længde	5 Km	

**Token Ring
Generelt**

Max antal stationer per Ring	260
Max antal Bridge	7
Topologier	Logisk Ring- Fysisk Stjerne

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Maksimum afstande

Media		Kabel type	Max lobe længde ved 4 Mbps	Max lobe længde ved 16 Mbps
STP	aktive	IBM type 1,2	300 m	150 m
		IBM type 6,9	200 m	100 m
	Passive	IBM type 1,2	200 m	100 m
		IBM type 6,9	133 m	66 m
UTP	aktive	CAT 5	250 m	120 m
		CAT 3,4	200 m	100 m
	Passive	CAT 5	130 m	85 m
		CAT 3,4	100 m	60 m
Fiber	aktive	Multimode	2000 m	2000 m
		Single mode	2000 m	2000 m

**Token Ring Rack - rack
(Ring in / Ring out)**

Media	Max afstand 4 MBps	Max afstand 16 Mbps
STP	770 m	346 m
UTP		
CAT 3 /4	200 m	100 m
CAT 5	250 m	120 m
Multimode	2000 m	2000 m
Single mode	2000 m	2000 m

FDDI max afstande

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Media	PMD standard	Max Link længde
Multimode	MFM-PMD	2 Km
Single mode	SMF-PMD	60 Km
UTP CAT 5	TP-PMD	100 m
STP IBM type 1		100 m

Generelt

Max stationer per Ring	500
Max Ring længde	100 Km
Topologier	Logisk Ring, Træ

HUBS, NETVÆRKSBEGRÆNSNINGER - H3 K&S

Dokumentation for _____

Udført den

Af

Revideret den, den, den

268 - 281

Anlægsbeskrivelse

Installationen omfatter et struktureret kabelsystem, bestående af i alt to krydsfelter, som er indbyrdes forbundet via en fiberforbindelse. Ud til den enkelte arbejdsplads er der trukket to stk. CAT5e kabler, som er afsluttede i et vægudtag. Der er benyttet røde afgange til tele og grønne til data. Endvidere er der monteret to stk. EDB stikkontakter samt to stk. standard stikkontakter.

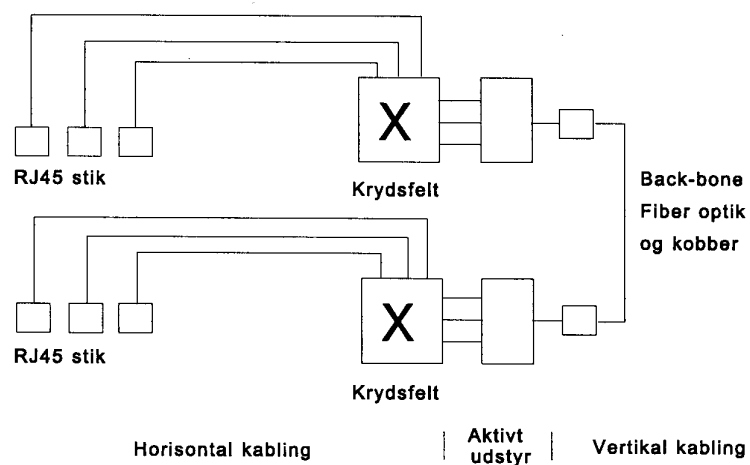
Der er 6 arbejdspladser pr. fase fra EDB grupperne

Der er 12 arbejdspladser pr. fase fra de normale grupper.

KABLING AF DATAANLÆG, DOKUMENTATION

Blokskema

Oversigt over installation i.....

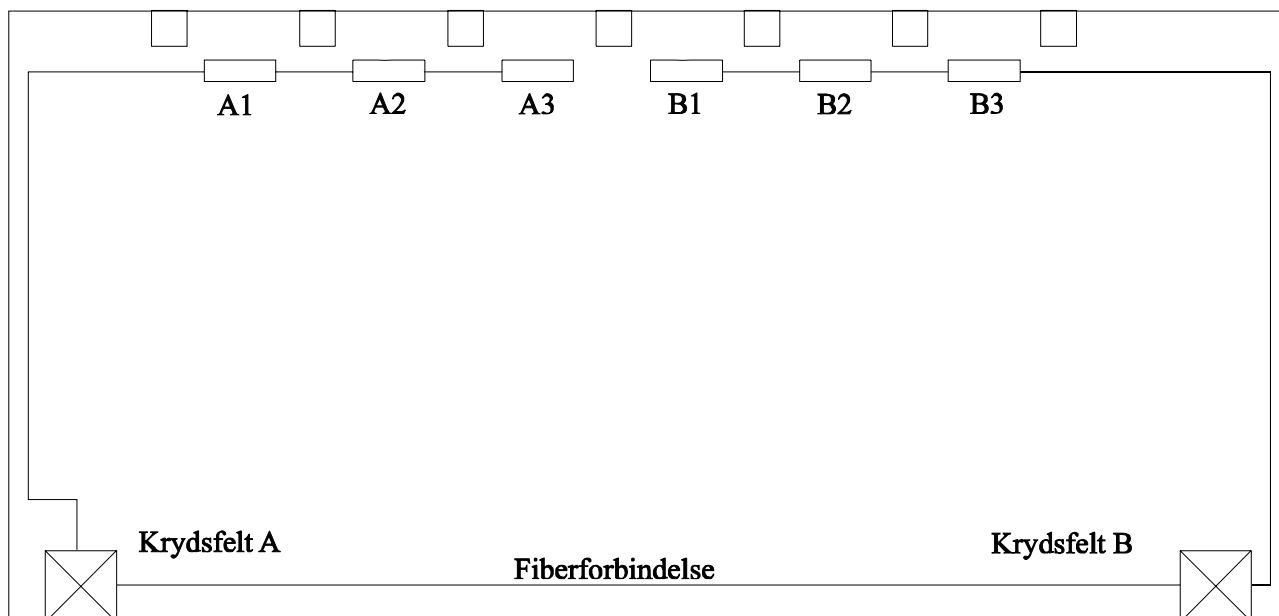


KABLING AF DATAANLÆG, DOKUMENTATION

Ved den enkelte arbejdsplads.



Benævnelse	Antal	El eller EAN nummer
EDB stikkontakt	2	
Stikkontakt med jord	2	
Vægudtag til 2 x RJ 45	1	
Indbygningsdåse for stik	3	
CAT 5e stik	2	
Dobbelt RJ 45 udtag	1	

Installations tegning

Krydsfeltoversigt**Krydsfelt A**

Panel A	Telefonindgang
Panel B	Til øverste stik i vægudtag
Panel C	Til øverste stik i vægudtag
Panel D	Til evt. vertikal kabling
Panel E	Til evt. vertikal kabling
Panel F	Til horisontal kabling
Panel G	Til horisontal kabling
Panel H	
Panel I	Hub
Panel J	Hub
Panel K	
Panel L	Fiber panel

Krydsfelt B

Panel A	Telefonindgang
Panel B	Til øverste stik i vægudtag
Panel C	Til øverste stik i vægudtag
Panel D	Til evt. vertikal kabling
Panel E	Til evt. vertikal kabling
Panel F	Til horisontal kabling
Panel G	Til horisontal kabling
Panel H	
Panel I	Hub
Panel J	Hub
Panel K	
Panel L	Fiber panel

Bestykning og terminal tegning

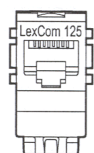
Der er anvendt farvekode 568A overalt.



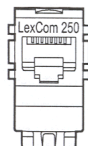
Montagevejledning for LK LexCom® 125/250 UTP konnektorer

Denne montagevejledning gælder for LK LexCom 125/250 UTP konnektorer.

LexCom 125 konnektorerne kan kendes på at stuffercappen er grøn (Cat. 5e).



LexCom 250 konnektorerne kan kendes på at stuffercappen er blå (Cat. 6).



Montage

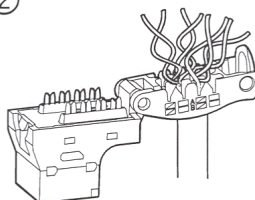
Konnektorerne kan monteres på kommunikationskabler med fast inderleder af dimension AWG 24-22.

①



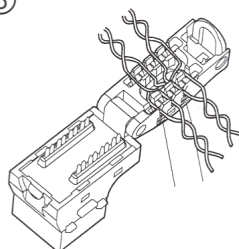
Afstrib kablet med afisoleringstang for kobber/fiber LK nr.: 100V1200.

②



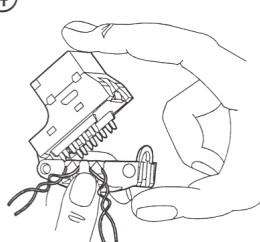
Indfør det afstrippede kabel i den åbne stuffercap.

③



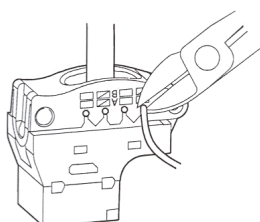
Træk hvert par ned i stuffercappens riller uden at opsnø parene. Parene fordeles efter konnektteringsskemaet for enten 568 A eller B.

④



Luk stuffercappen med et let tryk til et tydeligt "KLIK" høres.

⑤



Klip de udgående ledere af helt inde ved stuffercappen.

Bemærk!

Jvf. standarden for RJ45 konnektorer skal disse anvendes sammen med tilhørende RJ45 plugs for at sikre den korrekte funktion.

Der konnekteres efter samme farvekodningsprincip (568 A el. B) i begge ender af en link.

I tilfælde af fejl kan konnektorerne retermineres.

Konnektteringsskema iht. EIA/TIA 568 A og B.

	568A	568B
Kontakt/pin	Farve	Farve
1	hvid-grøn	hvid-orange
2	grøn	orange
3	hvid-orange	hvid-grøn
4	blå	blå
5	hvid-blå	hvid-blå
6	orange	grøn
7	hvid-brun	hvid-brun
8	brun	brun

Kabel- og tilslutningsskema

[illegible]

Kabel- og tilslutningsskema

[illegible]

KABLING AF DATAANLÆG, DOKUMENTATION

Patchoversigt

Krydsfelt A

Fra	Til	Brug	Udført af den
F-A01	I port 1	EDB	
F-A02	I port 2	EDB	
F-A03	I port 3	EDB	

Rapportskema for struktureret kabling – scanning

Udarbejdet af :		Godkendt af:		Godkendt af kvalitetsafdeling:	
-----------------	--	--------------	--	-----------------------------------	--

Projekt:		
Projekt nr.:		
Område:		

Teststandard :			
Kabeltype :			
Antal udskrifter vedlagt		stk. på papir / diskette	
<u>Metode</u>			
Der testes én strækning ad gangen. Scanner tilsluttes med referencekabel til krydsfeltet og injector tilsluttes med referencekabel til modsatte ende.			
Måleresultatet udskrives på papir og gemmes på diskette /CD rom.			

Testudstyr:			
Scanner	Model	:	
	Serie nr.	:	
	SW version	:	
Injector	Serie nr.	:	
Sidste kalibreringsdato		:	

Bemærkninger:	
DATO:	
UDFØRT AF:	

STIKORDSREGISTER

(tilføjelser)	151	CAT 5 installationen	60
(Time Domain Reflektometer) . . .	59, 62	CAT 5 og videre	154
10 BASE2	168	CAT 5e og CAT 6	49
10 BaseT	18, 54, 86, 174	Channel . 10, 11, 41, 69, 89, 146, 148,	156, 157
10 Gigabit i kobber	53	COAX installationer	165
100 Base T4	176, 257	Delay Skew . 8, 42, 87, 133, 145, 151,	157
100 Base TX	175, 257, 262	Den horisontale kabling . . . 21, 23, 54,	148, 197, 200
100 VGAnyLan	179, 258	Den strukturerede løsning . . 169, 234	
1000 Base T . . . 8, 158, 159, 177, 259		Diagnosticering af	82
1000 BASE-SX/LX fiber	189	Dokumentation . 44, 57, 68, 160, 267	
155 Mbit ATM	178	Dæmpning . 5, 6, 13, 42, 61, 137, 139,	141, 142, 147, 149, 152, 154, 163,
AC Effektmåler	60, 61		200, 257
ACR . 6, 13, 19, 20, 43, 133, 139, 142,	148, 154, 157	Egenvægt af kabler	243
Af installationer	41, 107	EIA/TIA-568	147
AFEXT	53	ELFEXT . . . 19, 43, 88, 133, 141-143,	155, 157
Alien Crosstalk	140	EN 50174-2	34
ANEXT	53	EN 50346	41
Anlægsbeskrivelse	269	Fastgørelse af kabler.	243
ANSI 17-19, 147, 155, 163, 180		Fault anomaly threshold	80
Arbejde for det offentlige	194	Fejl i kabler	72
Arbejdspladsudtag	22	FEXT . 7, 81, 135, 141, 142, 155, 200	
Attenuation 5, 6, 19, 42, 43, 133,	139, 148, 152, 155, 157, 163, 261-	FEXT og PS FEXT	7
	263	Forholdet mellem dæmpning og krydsta-	le
Backbone kabling	231, 253		6, 139
Balance	10, 155	Fremstilling af patchkabel	225
Balun -Ballansing Unit	188	Fugtproblemer.	243
Beskyttelsesudstyr i	103	Generelt om jording	107
Brud på et par	72	Hvilken kabelkategori skal jeg vælge?	
Brug af kabelscanner	68		158
Brug af TDR	62		
Byttede par	72, 134		

STIKORDSREGISTER

Hvilken teststandard skal jeg vælge?	17	Krydsfeltinstallationer	201
Højhastigheds net	257	Krydsfeltoversigt	273
I krydsfeltet	24, 32, 56, 170, 238	LCL og LCTL	10
I praksis	101, 201	Liniemåler	60, 61
IBM 3270	185	Link ..	10, 11, 41, 59, 68, 87-89, 142, 146, 148, 163, 200, 265
IBM Kabler	129	Link målinger	146
Indgang til krydsfeltet	240	Megahertz/Megabit	13
Indirekte lynnedslag	93	Målinger på det fysiske lag	60
Installationspraksis	193, 206	Netværks begrænsninger	260
ISDN Intergrated Services	183	NEXT .	5, 6, 18-20, 42, 43, 51, 61, 70, 71, 73, 81, 82, 87-89, 133, 135, 138, 141, 147-149, 151-153, 155, 157, 163, 200
ISO/IEC 11801	21, 148, 194	NEXT fejl	73, 82, 88
Jording	39, 55, 56, 94, 107, 165	NEXT måling	70, 71
Jording og behov	94	NEXT og PS NEXT	5
Kabel typer	25, 258	Nærføring af kabler	242
Kabelføring	200, 235	Ohmmeter	60
Kabelkategorier	173, 255	Opbygningen af installationen	27
Kabelklassificering	28	Oversigt over 100 Mbps typer ...	258
Kabellængder	21, 141, 255, 256	Personality moduler	79
Kabelscannerens virkemåde	66	POTS - Public Old Telephone System	184
Kabelstandarder og standardiseringsor- ganisationer	147	Power Sum .	5, 7, 43, 60, 71, 144, 153- 155, 157
Kabler ...	7, 10, 14, 25, 28, 36, 41, 50- 53, 55, 56, 61, 63, 67, 72, 87, 88, 91, 93, 95, 127, 129, 140, 146- 148, 151, 153, 155, 160, 163, 180, 193, 196, 197, 199, 200, 206, 209, 211, 237, 239, 242, 243, 247-249, 255, 256, 269	Problemer med DUAL CAT 5e kabler	153
Kapacitetsmåler	60, 61	Propagation Delay ..	8, 19, 42, 48, 87, 133, 145, 261
Kodning i kabler	14	PSACR	139
Kortslutning	60, 64, 73, 130	PSELFEXT	19, 88, 143
Krav til CAT 5 installationer	152	Reflektometer	59, 62, 237
Krav til krydsfelter	21	Resultater med en *	85
Krydsede par	73, 134		

STIKORDSREGISTER

Return Loss 7, 19, 43, 50, 81, 88, 133, 144, 155, 157, 163, 200	Token Ring . . 46, 127, 128, 130, 181, 255, 258, 263, 264
RS 232-C 186	TP-PMD 180, 265
RS 485 187	Transfer Impedance 10
Signalgenerator 61	Transientbeskyttelse 94, 96, 100, 101
Sky-lyn 93	Transienter i installationerne 91
Splidsekassetten 244, 246	TSB 36 147
Split par 73, 135	TSB 40 147
Stik i token ring installationer . . . 130	TT system 99, 105, 111
STP kabel 45, 76, 128	Typiske impedanser 47
Struktureret kabling 195	Typiske Vp faktorer 48
Støj i installationer 91	Udlægning af kabler 36
Støjmåler 60, 61	Udstyrets opgave 191
TDR 59-62, 66	UTP Token ring 46, 181
tele/datainstallationer 103	Valg af kabel 233
Temperatursvingninger 243	Valg af konnektertype. 232
Terminator 60, 166	Valget mellem 49, 196, 231-233
Testudstyr/kabelfejl 59	Valget mellem halv og fuld duplex 231
TIA EIA 568A eller TIA EIA 568B 136	Valget mellem kobber og fiber . . 231
TIA/EIA-568A og B 150	Valget mellem singlemode og multimo- de 231
TIA/EIA-606 Dokumentation . . . 160	Valget mellem UTP og STP 196
TIA/IEA 568 Amendments 151	
TIA/IEA-568-A-1 151	
TIA/IEA-568-A-2 151	
TIA/IEA-568-A-3 151	
TIA/IEA-568-A-4 151	
TIA/IEA-568-A-5 151	
Tilledninger 94	
Time Domain 59, 62, 237	
TN-C system 108, 110	
TN-C-S system 107, 109	
TN-S system 99, 105	