

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Roma 1

INFN/TC-98/19
31 Luglio 1998

C. Battista, E. Leonardi, A. Spanu:

**STUDIO DEI SISTEMI DI CABLAGGIO STRUTTURATO PER LA RETE
DIPARTIMENTALE DELLA SEZIONE INFN DI ROMA**

*Published by SIS-Pubblicazioni
Laboratori Nazionali di Frascati*

**STUDIO DEI SISTEMI DI CABLAGGIO STRUTTURATO PER LA RETE
DIPARTIMENTALE DELLA SEZIONE DI ROMA**

C. Battista ¹⁾, E. Leonardi ²⁾, A. Spanu ³⁾

INFN–Sezione di Roma 1, Dipartimento di Fisica dell’Università “La Sapienza”,
P.le Aldo Moro 2, I-00185 Roma, Italy

Abstract

Questo documento descrive il progetto per la realizzazione del cablaggio strutturato della rete locale del Dipartimento di Fisica dell’Università di Roma “La Sapienza” e della Sezione INFN di Roma. Sono presi in esame gli aspetti tecnici e normativi.

¹⁾ Claudia.Battista@roma1.infn.it

²⁾ Emanuele.Leonardi@roma1.infn.it

³⁾ Alessandro.Spanu@roma1.infn.it

1 - Introduzione

Il presente documento e' alla base del Capitolato Tecnico per la realizzazione di un sistema di cablaggio strutturato per la trasmissione dati presso il Dipartimento di Fisica Edificio G. Marconi.

La realizzazione di questa infrastruttura, che permettera' la connessione delle utenze alla Nuova Rete Dipartimentale, e' parte del progetto di ristrutturazione della rete locale dell'INFN avente lo scopo di soddisfare i più ampi requisiti di funzionalità e flessibilità sia nei confronti delle tecnologie affermate che di quelle emergenti [1].

Allo stesso tempo il progetto mira ad ottenere una struttura aperta a soluzioni informatiche multivendor e multiprotocol e all'adozione di architetture di rete consolidate.

2 - Ristrutturazione della Rete Dipartimentale

2.1 – Breve descrizione del progetto di ristrutturazione

La Nuova Rete Dipartimentale interessera' i tre edifici (edificio G.Marconi, edificio E.Fermi e laboratori E.Segre) che compongono il Dipartimento di Fisica piu', nel prossimo futuro, la rete locale del gruppo collegato INFN di Sanita', ospite dell' Istituto Superiore di Sanita'.

Il progetto della Nuova Rete Dipartimentale si basa su un sistema di cablaggio strutturato con topologia a stella gerarchica. Il cablaggio delle singole stanze dell'edificio G.Marconi (gli edifici E.Fermi e E.Segre' sono gia' cablati secondo criteri simili) prevede per ogni stanza (ufficio, aula, laboratorio) la stesura di un minimo di 4 cavi UTP (Unshielded Twisted Pair) categoria 5 in grado di supportare una banda superiore a 100 Mbps, la relativa installazione dei connettori e l'attestazione dei cavi su pannelli di permutazione situati in 5 punti di raccolta del dipartimento.

Il numero totale di connessioni necessarie e' stato stimato in circa 1100 punti, suddivisi in circa 700 punti per stanze dell' INFN e i restanti 400 per stanze del Dipartimento di Fisica. Nei 5 punti stella andranno installati gli armadi/rack necessari per accogliere i pannelli di permutazione di raccolta dei cavi UTP e gli apparati di rete a cui i cavi vanno collegati. Da essi si dipartono cavi di fibra ottica che convergono nel centro stella principale [2] dove un apparato switch ad alte prestazioni, con integrate funzioni di routing, avra' la funzione di interconnettere tutti gli apparati utente, i server per i servizi centrali e garantire la connessione alla rete geografica.

2.2 - Quadro normativo

Nel redigere il presente documento si sono considerate le norme e gli standard alla base dell'impiantistica di reti per la trasmissione dati, riportate di seguito in ordine cronologico, a cui l'infrastruttura dovra' essere conforme:

EIA/TIA 568A (Electronic Industries Association/Telecommunication Industries Association) Standard americano e attualmente il più applicato e diffuso nel mondo.

ISO/IEC IS 11801 (International Standard Organization/International Electrotechnical Commission). Alla IEC è affidato il compito di preparare norme utilizzabili dai 64 paesi membri, che comprendono tutte le nazioni industrialmente sviluppate, tra cui l'Italia.

EIA/TIA 569 (Electronic Industries Association/Telecommunication Industries Association)

Definisce le caratteristiche minime per le infrastrutture edilizie di edifici dove verranno installati sistemi di telecomunicazione.

EIA/TIA 606 (Electronic Industries Association/Telecommunication Industries Association)

Definisce l'identificazione dei componenti per telecomunicazione.

prEN 50173 Final Draft (European Norms emesse dal Comitato Tecnico TC 115 CENELEC). Il CENELEC è l'organismo di coordinamento dei paesi membri della UE, che ha come scopo principale quello di far adottare ai paesi membri le Norme IEC e di preparare bozze di norme. Lo standard prEN 50173 riprende e fa propria a livello CEE/UE la normativa ISO/IEC IS 11801.

La normativa di riferimento per questo progetto sarà la ISO/IEC 11801, trattandosi di una evoluzione del precedente standard EIA/TIA 568A, prima regolamentazione dei sistemi di cablaggio.

2.3 - Topologia

In conformita' con la suddetta normativa il progetto della nuova rete dipartimentale e' basato su una topologia di tipo stellare gerarchico. Il sistema di cablaggio strutturato che sara' realizzato dovra' offrire alte prestazioni, garantendo al contempo ampi margini di flessibilita' e di supporto di applicazioni diverse, per rispondere alle esigenze che emergeranno in futuro. A questo scopo, l'intero impianto dovra' essere realizzato ricorrendo a una modalita' avanzata di cablaggio strutturato, con distribuzione dorsale in fibra ottica e distribuzione d'area prevalentemente in rame.

In un sistema di cablaggio strutturato si definisce "cablaggio orizzontale" l'insieme dei collegamenti che vanno dal centro stella alla presa utente. Gli elementi essenziali del cablaggio orizzontale sono:

- permutatore posto nel centro stella;
- cavo di collegamento tra permutatore e presa utente;
- connettori installati sulla presa utente;
- bretelle di permutazione sia lato centro stella che lato presa utente.

Nell'individuare il numero e la dislocazione nel Dipartimento dei punti stella abbiamo tenuto conto delle specifiche del cablaggio orizzontale che riportiamo sinteticamente:

- il cavo di collegamento deve essere a tratta unica e senza interruzioni intermedie, tra il permutatore di piano e la presa utente;
- la lunghezza massima della diramazione dovra' essere di 90 metri indipendentemente dalla tipologia di cavo utilizzato;

- per quanto riguarda le bretelle di permutazione, utilizzabili dal lato postazione di lavoro e dal lato centro stella, la loro lunghezza non deve eccedere i 5 m. per bretella e i 10 m. nella sommatoria.

Ai fini del presente documento si definisce:

Super Centro Stella la struttura presso la quale giungono le dorsali in fibra ottica provenienti dai centri stella di edificio e di piano/zona. Sarà realizzato presso i locali del Servizio Impianti Calcolo e Reti (S.I.C.R.), al piano terra dell'edificio "G.Marconi";

Centro Stella periferico la struttura da cui si diparte la dorsale in fibra ottica verso il centro stella di edificio. In esso sono attestati tutti i collegamenti che vanno alla presa di utente. In [1] sono stati identificati sette Centri Stella in altrettanti punti dell'edificio "G.Marconi", dei quali cinque da realizzare integralmente (punti "Blu", "Rosso", "Giallo", "Verde", "Arcobaleno") e due, già esistenti, da collegare al Super Centro Stella con dorsali in fibra ottica (III.zo Piano "Ape", III.zo Piano "G15").

La figura 1 schematizza la topologia fisica della rete; nei riquadri sono indicati i nomi convenzionali assegnati ai vari Centri Stella.

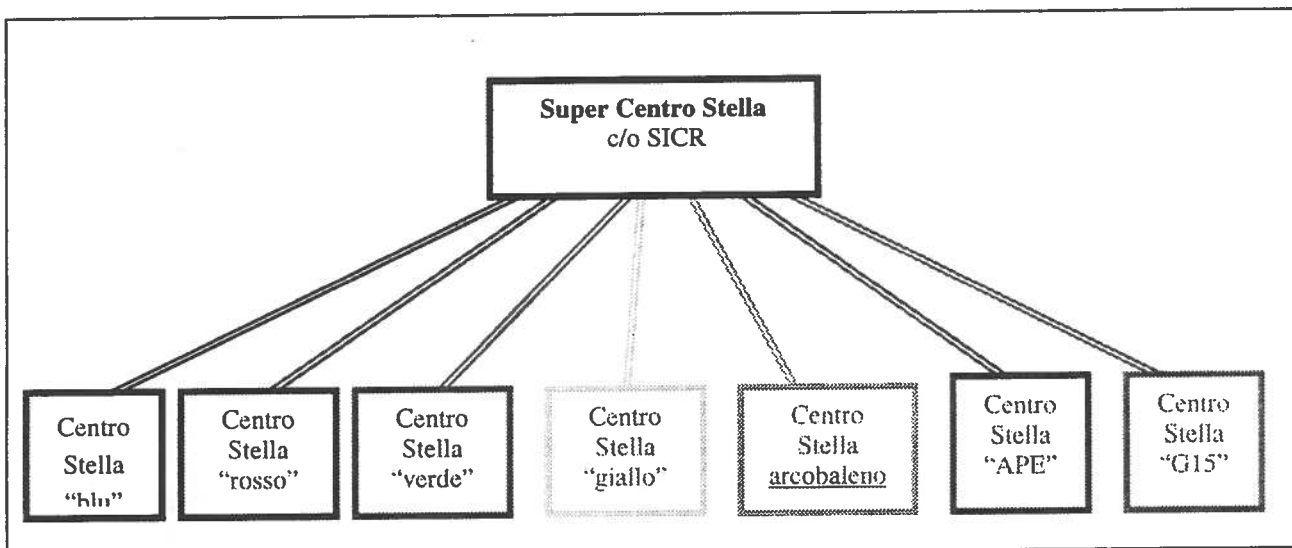


Figura 1

3 – Cablaggio orizzontale

3.1 – Tipologia dei cavi di collegamento

La normativa ISO/IEC definisce una serie di tipologie e caratteristiche elettromeccaniche dei cavi, dando indicazioni per eventuali loro applicazioni specifiche per dorsali, distribuzione orizzontale o bretelle di permutazione. Relativamente al sistema di cablaggio orizzontale in rame, di interesse per il presente documento, ricordiamo che sono contemplate tre grandi famiglie: cavi a coppie bilanciate da 100 Ohm UTP e S/UTP, cavi a coppie bilanciate da 120 Ohm UTP e S/UTP e cavi a coppie bilanciate da 150 Ohm STP.

Per la realizzazione della distribuzione della rete alle utenze e' preferito il cavo a coppie bilanciate da 100 Ohm UTP, del quale riportiamo le caratteristiche elettriche salienti valide per una lunghezza di 100 metri:

- cavo a 4 coppie ritorte non schermato (UTP) di categoria 5
- dimensione del singolo conduttore (pieno): non inferiore ai 24 AWG
- impedenza caratteristica: 100 Ohm
- attenuazione massima ammessa: 24db a 100Mhz
- minimo valore ammesso di paradiafonia (NEAR - Near End Crosstalk): 27.1 db a 100MHz
- minimo valore ammesso del rapporto segnale/rumore (ACR - Attenuation to Crosstalk Ratio): 7 db a 100 MHz

Alcune normative europee sull'immunità da emissioni elettromagnetiche (vedi per esempio EN 50081-1, EN 50082-1, EN 55022, EN 55024) sono rilevanti nella fase di progettazione di un sistema di cablaggio strutturato. Il cablaggio è un sistema passivo e non è possibile verificare l'integrità dei segnali ovvero la immunità dei segnali da interferenze e disturbi interni ed esterni alle linee di trasmissione. L'osservanza delle raccomandazioni di cui sopra garantisce la possibilità di evitare disturbi elettromagnetici.

Tutti i cavi utilizzati devono essere rispondenti alle normative CEI che regolano le specifiche di sicurezza. Queste Norme, volte alla limitazione dei rischi alle persone e alle cose, richiedono l'utilizzo di cavi con guaine non propaganti l'incendio (CEI 20-22 e IEC 332-3C) e a bassa emissione di fumi e gas tossici (bassa emissione di gas alogenidrici secondo CEI 20-37, IEC 7541 e IEC 1034).

Durante la posa in opera del cavo dovrà essere riposta attenzione al raggio di curvatura: le normative stabiliscono che non deve mai essere inferiore a quattro volte il diametro esterno del cavo stesso, ovvero 25mm circa.

3.2 - Prese utente

Per ottenere un quadro il più realistico possibile delle necessità di connettività degli utenti, nei mesi da maggio a luglio 1997 è stato effettuato, sotto il coordinamento dei dottori Annette Frenkel e Lamberto Luminari, un sondaggio presso i responsabili dei gruppi e dei servizi INFN della Sezione, richiedendo un rapporto sulle macchine attualmente collegate in rete, sulle tecnologie utilizzate per il collegamento e sulle previste evoluzioni a breve e medio termine. L'analisi dei dati raccolti ha evidenziato la necessità di predisporre circa 1100 prese utente nei vari locali, creando punti rete con due o quattro prese utente ciascuno.

Le prese utente saranno costituite da connettori da pannello RJ45 di Cat. 5, montati su una placca modulare e fissati a parete su scatola. La scatola e la placca per la sua copertura dovranno essere di colore bianco.

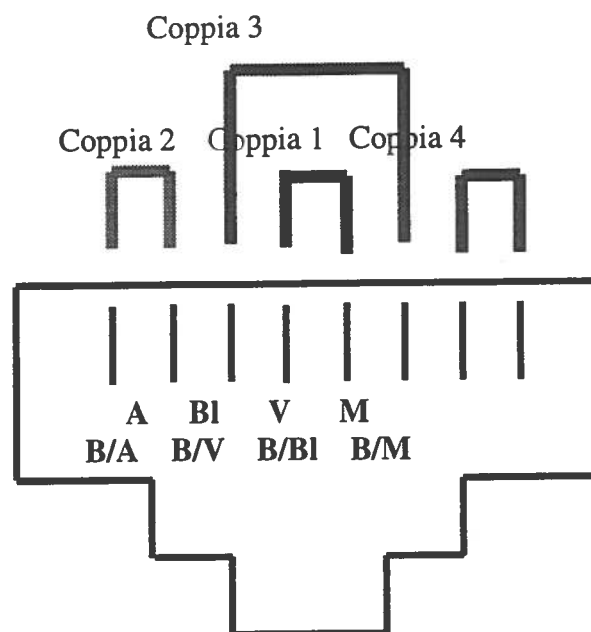
Ad ogni connettore RJ45 dovrà essere attestato un cavo a 4 coppie UTP di cat. 5 per un totale nell'intera rete di 1100 tratte di cavo della lunghezza media di circa 60 metri da permutatore a presa.

Per cercare di limitare al massimo la tipologia di materiali si ritiene indispensabile che il connettore RJ45 impiegato sia identico a quelli installati sui permutatori all'interno dei punti stella.

I connettori RJ45 dovranno inoltre essere provvisti di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact).

L'attestazione delle coppie dovrà rispettare lo standard EIA/TIA T568B secondo la sequenza riportata nella tabella di seguito:

COPPIA	COLORE CAVO	PIN
1	Bianco/Blu	5
1	Blu	4
2	Bianco / Arancio	1
2	Arancio	2
3	Bianco/Verde	3
3	Verde	6
4	Bianco/Marrone	7
4	Marrone	8



Le prese RJ45 dovranno essere di tipo “lead frame” (contatti in pezzo unico, senza saldature e circuiti stampati), dovranno facilitare il rispetto del limite massimo di sbinatura delle coppie (eliminazione della torcitura dei conduttori), pari a 13mm come richiesto dalle norme di categoria 5 e consentire il rispetto del minimo raggio di curvatura ammissibile per il cavo.

Le prestazioni di diafonia (NEXT) sono suscettibili alla torsione delle coppie e agli altri parametri che disturbano il bilanciamento dell’impianto e causano variazioni di impedenza. La facilità nel conservare la torsione delle coppie durante la fase di terminazione rappresenta quindi un fattore critico.

La presa dovrà avere uno spazio dedicato alla collocazione di etichette identificative per ogni singola utenza, con un criterio univoco per l’intera rete. La stessa dicitura dovrà essere riportata anche ai due estremi di ogni cavo e sui permutatori corrispondenti. Le prese dovranno essere dotate di coperchi per la protezione dalla polvere dei contatti delle porte non in uso.

Le prese dovranno essere facilmente collegabili al cavo senza l’ausilio di attrezzi dedicati a questa funzione, dovranno consentire una facile verifica della terminazione e dovranno essere riutilizzabili più volte in caso di errori.

L’intera tratta da permutatore a presa d’utente dovrà essere certificata per la categoria 5.

4 – Infrastrutture ausiliarie

4.1 – Canalizzazioni di edificio e di piano

La topologia della distribuzione orizzontale sarà di tipo stellare, con concentrazione delle linee d’utente nei locali tecnici su permutatori per cavi in rame. Il percorso dal centro

stella alla presa d'utente avverrà in apposite canalizzazioni, esistenti o da realizzare, nei corridoi e nelle stanze. Qualora sia necessario un tratto ascendente o discendente per raggiungere le prese ai piani inferiori e superiori rispetto alla collocazione del centro stella si dovrà utilizzare le canalizzazioni verticali che ospitano anche i cavi di dorsale in fibra. I dettagli relativi a queste canalizzazioni sono descritti in [2].

Al fine di assicurare un adeguato grado di esecuzione d'impianto, tutte le tratte di canalizzazione dovranno essere effettuate con l'utilizzo di componenti prestampati della stessa linea del prodotto già in essere.

La canalina, dotata di coperchio, sarà rispondente alle norme CEI 23-31. In particolare dovrà essere di materiale acciaio zincato, verniciata con polveri epossidiche termoindurenti atossiche e dimensionata in base ai flussi di cavi che ospiterà ma garantendo comunque un'ulteriore disponibilità di spazio utile all'interno pari almeno al 50% del totale. Ogni componente della canalina dovrà essere provvisto di tutti gli accessori di messa a terra secondo le normative vigenti.

Le canalizzazioni verticali (ampliamento delle esistenti) dovranno essere di PVC e dimensionate in base ai flussi di cavi che ospiteranno, tenendo presente che il loro utilizzo sarà volto al contenimento sia di cavi in fibra ottica che in rame e dovranno garantire comunque un'ulteriore disponibilità di spazio utile all'interno pari almeno al 50% dello spazio totale.

4.2 - Canalizzazioni nelle stanze

La distribuzione delle prese tra i piani degli edifici e la loro esatta collocazione sarà determinata in sede di realizzazione su indicazione del Direttore dei lavori, con un minimo di un punto rete con quattro connettori in ogni stanza a singolo modulo.

All'interno delle stanze i cavi dovranno essere stesi sfruttando se possibile la canalizzazione presente, in modo da limitare al massimo la parte visibile del cablaggio e salvaguardando il più possibile l'estetica dei locali.

A partire dalla canalizzazione in corridoio fino alla presa d'utente si dovrà utilizzare una canalina con coperchio in PVC rigido pesante, antiurto e resistente agli agenti chimici più comuni, cercando di minimizzare l'impatto sull'estetica dei locali.

Le canaline dovranno essere in grado di mantenere il raggio di curvatura entro i limiti stabiliti dalla normativa EIA/TIA569 (2.59 cm max). I coperchi delle canaline dovranno poter essere rimossi solamente con l'aiuto di attrezzi (antimanomissione).

Al fine di assicurare un adeguato grado di esecuzione ed estetica d'impianto, tutta la tratta comprese le scatole di supporto, dovrà essere realizzata con l'utilizzo di componenti prestampati di una stessa linea di prodotto.

Come regola generale, le canaline e le tubazioni dovranno essere dimensionate in base ai flussi di cavi che ospiteranno, garantendo comunque un'ulteriore disponibilità di spazio utile all'interno di almeno il 50% del totale, per consentire l'aumento delle linee UTP connesse alla presa.

4.3 - Permutatori per cavi in rame

Nei centri stella verranno utilizzati permutatori per l'attestazione dei cavi a 4 coppie UTP provenienti dai posti di lavoro. Tramite bretelle saranno possibili le permutazioni verso gli apparati attivi.

Il singolo modulo permutatore avrà una struttura modulare in lamiera metallica verniciata, con la parte frontale provvista di supporto per rack 19" e predisposizione per 24 connettori modulari.

Le prese dovranno essere di tipo RJ45 di Cat.5 modulari, conformi alla normativa ISO/IEC 11801 (testati Power Sum fino a 350 MHz). Per cercare di limitare al massimo la tipologia di materiali e per aumentare nel contempo le caratteristiche della diramazione, si ritiene indispensabile che il connettore RJ45 impiegato sia identico a quelli installati sulle prese d'utente, le cui caratteristiche sono state precedentemente trattate.

Nel realizzare le connessioni dei cavi utente ai permutatori nei centri stella dovranno essere rispettate le raccomandazioni relative al raggio di curvatura del cavo che non deve mai essere inferiore a 25mm circa, pari a quattro volte il diametro esterno del cavo stesso.

I connettori e i supporti dovranno essere identificati con un codice alfanumerico, in modo tale da poter individuare con facilità la posizione della presa corrispondente (edificio, piano, area di lavoro). La stessa numerazione dovrà essere riportata sulla presa permutatore corrispondente.

Il pannello guida permutate sarà realizzato con canali fessurati in PVC applicati su una lamiera metallica adatta per essere installata su strutture da 19", e verrà installato parallelamente sotto ogni modulo permutatore per un corretto incanalamento delle bretelle di raccordo.

4.3 - Bretelle di permutazione

A corredo di ogni modulo permutatore dovranno essere compresi un pannello guida permutate e le bretelle necessarie all'attestazione dei cavi agli apparati o ad altre tratte di cavo, secondo la configurazione di progetto utilizzata. Le bretelle di raccordo saranno costituite da un cavo flessibile a 4 coppie UTP rispondente alla categoria 5 al fine di supportare trasmissione dati fino a 100 Mbps e frequenze fino a 100 MHz, dotato alle due estremità di connettori RJ45 Cat.5 per la completa connettorizzazione delle 4 coppie binate. Le caratteristiche dovranno essere le stesse del cavo utilizzato per le linee utente eccetto che, trattandosi di bretelle, dovrà essere utilizzato del cavo trefolato.

I Jack per trasmissioni dati dovranno superare i criteri prestazionali descritti dalla normativa FCC parte 68, paragrafo F e UL1863.

La normativa FCC parte 68 tratta le dimensioni fisiche dell'interfaccia, includendo la doratura di 1,27µm sui contatti, lo sforzo alla trazione che la presa RJ45 e il plug devono sopportare (100 grammi) e il massimo sforzo consentito per l'inserimento del plug nel jack (2,2Kg).

Le normative EIA/TIA 568A specificano inoltre le prestazioni meccaniche che i jack devono offrire, come l'affidabilità, le prestazioni relative all'ambiente e le prestazioni elettriche come la diafonia, l'attenuazione, il return loss e la resistenza in corrente continua.

Dovranno essere inoltre conformi allo standard CEI/IEC 603-7 che riconosce tre livelli prestazionali: Livello A 750 cicli; livello B 2.500 cicli; livello C 10.000 cicli di inserzione e disinserzione del plug nel jack.

4.4 - Armadi di concentrazione

Gli armadi saranno costituiti da una struttura in lamiera d'acciaio passivata, pressopiegata ed elettrosaldata, saranno basati sulla tecnica rack 19" (482,6 mm) e corredati di due montanti laterali completamente preforati (doppia foratura) con passo multiplo di 1U (44,45 mm). Questo permette un assemblaggio standard sia per quanto

riguarda il fissaggio dei permutatori e degli apparati sia per quanto riguarda gli spazi occupati in altezza.

Caratteristiche di riferimento degli armadi da impiegare nei centri stella saranno :

- altezza minima 42U;
- feritoie sia alla base degli sportelli laterali, sia sul cappello, per consentire la ventilazione interna naturale o forzata;
- ventole di areazione;
- una cava centrale per il passaggio dei cavi sulla base e sul cappello, con chiusura tramite piastra di tamponamento;
- possibilità di arretrare in profondità i montanti di supporto della struttura rack 19" per ottimizzare il posizionamento degli apparati a struttura sporgente o per lasciare lo spazio necessario ai permutatori;
- pannellature laterali cieche asportabili sinistro/destro/retro provviste di serratura, per facilitare, ove necessario , l'assemblaggio di armadi affiancati e l'interconnessione di apparati;
- una porta trasparente in perspex con incernieramento a chiavistello sulla parte frontale, per facilitarne la rimozione e meccanismo di chiusura multiplo a tre punti (centro/alto/basso) completo di maniglia e chiave ;
- possibilità di montare dei ripiani per sostenere apparati sprovvisti delle alette di fissaggio in tecnica 19";
- elementi meccanici costituenti l'armadio provvisti di accessori per la connessione costante al conduttore di protezione di terra;
- striscia d'alimentazione con almeno 5 prese adatte per spine UNEL e interruttore bipolare magnetotermico, quale sezionatore unico di tutti gli apparati asserviti.

5 - CERTIFICAZIONE DEL CABLAGGIO

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa ISO/IEC 11801, ogni singola tratta in cavo UTP di Cat. 5 dovrà essere certificata per attestarne la rispondenza alle caratteristiche minime richieste dalla stessa normativa. Di ogni certificazione dovrà essere rilasciata la stampa originale, prodotta dagli strumenti di misura utilizzati. Dalla certificazione con strumenti di alta precisione, secondo ISO/IEC 11801 per cavi binati di categoria 5 relativa al funzionamento a 100 MHz, dovranno risultare :

- nominativo dell'azienda certificatrice;
- nominativo dell'operatore;
- tipologia, numero di serie e revisione software dello strumento utilizzato;
- numero identificativo della tratta testata;
- tipo di test effettuato (link di classe D);
- mappatura dei collegamenti;
- lunghezza di ogni singola coppia;
- impedenza di ogni singola coppia;
- resistenza di ogni singola coppia;
- capacità di ogni singola coppia;
- valore massimo di attenuazione per ogni singola coppia e relativa frequenza di test;
- valore massimo del cross-talk loss per ogni possibile combinazione di coppie;
- valore minimo di ACR per ogni possibile combinazione di coppie.

Per una totale rispondenza ai requisiti prestazionali delle applicazioni più moderne e di quelle future, quali ATM622 e GigaEthernet che utilizzano tutte e quattro le coppie disponibili, sarà opportuno verificare il sistema secondo il metodo "Powersum". Tale misura consiste nel immettere un segnale in una coppia e leggere gli eventuali disturbi indotti sulle altre coppie. Tanto più alto sarà l'intervallo tra il valore di ACR consentito e quello misurato, tanto più il sistema di trasmissione garantirà prestazioni elevate e durature nel tempo.

Bibliografia

[1] C.Battista, E.Leonardi, A.Spanu, E. Valente

Progetto per la nuova LAN del Dipartimento di Fisica dell'Universita' degli Studi di Roma "La Sapienza". *Sottomesso come nota tecnica INFN*

[2] C.Battista, E.Leonardi, A.Spanu

Studio dei sistemi di cablaggio in fibra ottica per la realizzazione del backbone di rete dipartimentale. *Sottomesso come nota tecnica INFN*