



Lavori di Progettazione e Realizzazione del Cablaggio Dati e degli Impianti Elettrici di Potenza per l'Internet Data Center dell'Area della Ricerca RM1 del CNR.[†]

Giuseppe Nantista,^a Roberto Scrocca,^b Cataldo Quinto,^a Augusto Pifferi.^a



Il presente documento descrive il progetto e la realizzazione dei lavori di cablaggio elettrico e trasmissione dati relativi all'approntamento di un locale da adibire a Internet Data Center per l'Area della Ricerca RM1 del CNR. Verranno illustrate le fasi progettuali e le attività svolte, sottolineando le normative rispettate e le caratteristiche soddisfatte dalla struttura.

Keywords: IDC, CED, Cablaggio Strutturato, Impianti Elettrici.

1 Premessa

Da anni il Data Center (CED) dell'Area della Ricerca RM1 del CNR era situato all'interno di una struttura divenuta ormai insufficiente per ospitare le apparecchiature e i servizi necessari per lo svolgimento delle attività sistemistiche e di networking, sempre in aumento con il passare del tempo. Per questo motivo nell'anno 2011 sono iniziate le operazioni di realizzazione di una nuova struttura, più adeguata e già predisposta a espansioni future.

L'edificio che è stato utilizzato si estende su una superficie di oltre 100 m² suddivisi in 5 locali oltre ai corridoi e ai servizi igienici. In figura 1 è mostrata la piantina dell'intero edificio, i locali dedicati al CED sono due, rispettivamente le stanze 4A e 5A, la stanza 6A è stata adibita a locale *Uninterruptible Power Supply* (UPS), la stanza 3A a laboratorio, mentre la stanza 9A sala di monitoraggio.

2 Armadio Rack e condizionamento

Inizialmente sono stati posizionati nel CED primario 5 Rack di dimensioni 60 x 100 cm. 42U oltre ai Rack di centro stella del cablaggio, di dimensione 80 x 80 cm.

42U La figura 2 riporta il posizionamento dei Rack nel locale.

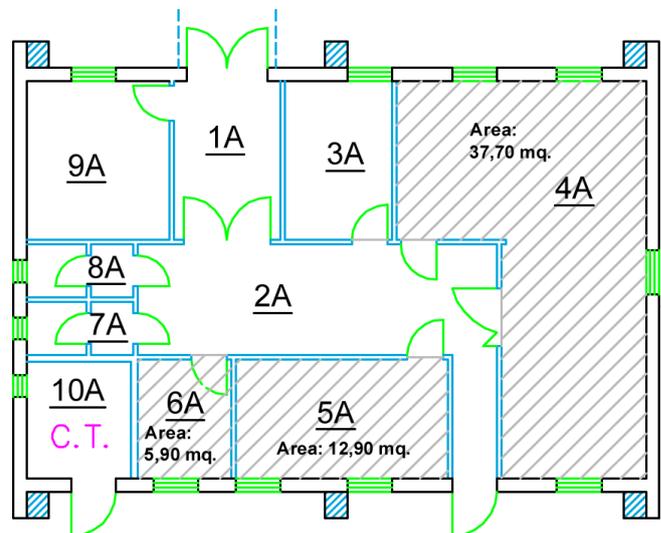


Fig. 1 Piantina edificio 9.

Il cablaggio elettrico e di trasmissione dati in questo locale è stato distribuito con una canalizzazione aerea sospesa, così da lasciare libera la zona sottostante il pavimento flottante, al duplice scopo di limitazione danni in caso di allagamento e di consentire l'installazione di un sistema di refrigerazione dell'ambiente. Il sistema di refrigerazione convoglia l'aria fredda al di sotto del pavimento flottante prima di essere immessa nell'ambiente,

^a Istituto di Cristallografia - C.N.R., via Salaria Km 29,300, I-00015 Monterotondo, Italia

^b Istituto dei Sistemi Complessi - C.N.R., via Salaria Km 29,300, I-00015 Monterotondo, Italia

Creative Commons Attribution - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

[†] Rapporto tecnico IC 13/06 registrato con protocollo IC/674 del 13/05/2013

tramite alcune griglie poste sul lato frontale di ogni rack. Il condizionamento del locale Internet Data Center (IDC) è demandato a un condizionatore Schneider Electric, di cui in figura 2 è mostrato il pannello di controllo.

I parametri relativi a temperatura, umidità e stato di salute dell'apparato vengono tenute sotto controllo tramite il sistema Zabbix di monitoraggio SNMP,¹ che garantisce la tempestività degli interventi e la conservazione dei dati storici.

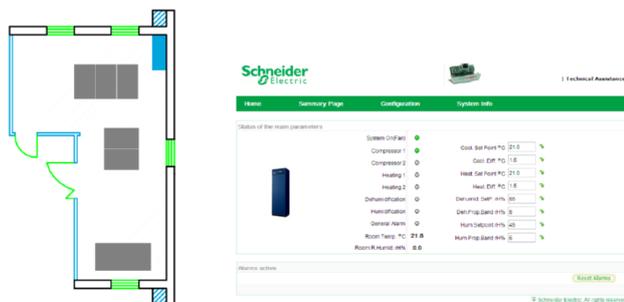


Fig. 2 Posizione dei Rack in sala CED; Pannello di controllo del condizionatore.

3 UPS

L'UPS utilizzato è un Newave CS121, che permette una potenza massima assorbita di 20 kw trifase. Anch'esso è tenuto sotto costante monitoraggio SNMP relativamente ai seguenti parametri: durata delle batterie, percentuale di carico, temperatura batterie, stato generale della linea in ingresso e dell'apparato.

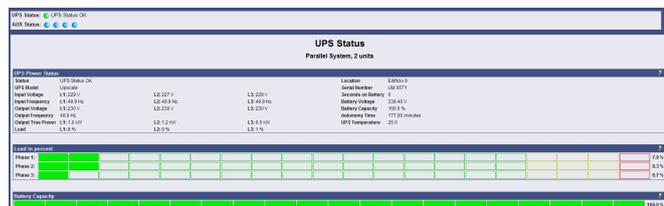


Fig. 3 Pannello di controllo UPS.

Il modello scelto è munito di un corpo inverter di scorta a subentro automatico in caso di fault del corpo primario. Inoltre è possibile effettuare un raddoppio del numero di batterie, raggiungendo una potenza massima erogabile di 40 kw sempre mantenendo un inverter di backup.

4 Normative di riferimento

4.1 Cablaggio dati

Nel presente documento si fa riferimento alle Norme e agli Standard Nazionali ed Internazionali in vigore alla data di emissione dello stesso.

Segue l'elenco degli standard generici di riferimento.

Altri specifici standard sono riportati all'interno dei vari capitoli in relazione alla loro applicabilità:

- ISO/IEC 11801 – Information technology – Generic cabling for customer premises
- Cenelec EN 50173 – Information technology – Generic cabling systems
- Cenelec EN 50174-1 – Information technology – Cabling installation Part 1: Specification and quality assurance
- Cenelec EN 50174-2 – Information technology – Cabling installation Part 2: Installation planning and practices inside building
- EIA/TIA 568-B.1 – General Cabling System Guidelines
- EIA/TIA 568-B-2 – Copper Cabling Component Specifications
- EIA/TIA 568-B.3 – Optical Fiber Component Specifications
- EIA/TIA 569-A – Pathways and Spaces
- EIA/TIA 606-A – Administration (numbering and labeling)

4.2 Rete elettrica

La presente relazione riferisce sui criteri di progettazione degli impianti elettrici che dovranno servire la struttura. Tali impianti sono stati progettati nel rispetto delle presenti norme fondamentali:

- Legge 5/3/90 n° 46: norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n° 447/91: regolamento d'attuazione legge 5/3/90;
- D.P.R. n° 547/55: norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 1/3/68: regola d'arte;
- Norme CEI 11-1: norme generali per gli impianti elettrici;
- Norme CEI 64-8 (edizione terza): impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.;
- Norme CEI 11-8: impianti di messa a terra;
- Norme CEI 17-13/1: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione;

Tutti i componenti che verranno installati per la realizzazione dell'impianto elettrico saranno conformi a quanto previsto dall'articolo 7 della legge 46/90 e successive modificazioni in materia di regola dell'arte. In particolare saranno dotati di marcatura CE, marchio IMQ (o altri marchi UE).

4.3 Prescrizioni Generali

I componenti sono stati scelti conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme, in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti e sulla rete di alimentazione (o gruppo elettrogeno); i componenti dell'impianto elettrico e gli apparecchi utilizzatori sono

stati installati in modo da facilitare il funzionamento, il controllo, l'esercizio e l'accesso alle connessioni.

Per quanto riguarda l'identificazione dei conduttori saranno rispettate le seguenti indicazioni:

- bicolore giallo-verde per conduttori di terra, protezione ed equipotenzialità;
- blu chiaro da destinare al conduttore di neutro;
- nero marrone e grigio per i conduttori di fase.

4.4 Cablaggio dati

Il cablaggio realizzato all'interno della struttura consiste nel collegamento fra il Rack centro stella, (Rack A) e i Rack di servizio (Rack B – Rack O), oltre a 18 prese di servizio dislocate nel locale CED e nelle pertinenze e a un collegamento in fibra con l'annesso laboratorio. Per questi lavori è stata seguita la normativa di riferimento del cablaggio orizzontale.

La distribuzione orizzontale identifica quella parte di cablaggio, con cavo in rame a 4coppie e/o fibra ottica, che collega i permutatori di piano alla postazione utente su connettori modulari tipo RJ45 per il rame e con connettori SC per la fibra ottica.

Le normative stabiliscono che il cablaggio orizzontale, denominato anche cablaggio di piano, risponda ai seguenti requisiti:

- 90 m di distanza massima ammessa tra l'armadio di distribuzione ed il punto utilizzatore;
- 10 m massimo per le bretelle di permutazione.

Tutti i componenti passivi, quali:

- cavi di distribuzione orizzontale UTP (Unshielded Twisted Pair) – 4 coppie bilanciate non schermate;
- bretelle di permutazione;
- connettori;
- pannelli di permutazione.

avranno per questo impianto, caratteristiche in Categoria 6 secondo le ultime definizioni dello standard EIA/TIA 568 A/B sul quale vengono riportate le specifiche dei singoli componenti.

4.5 Cavi

Il cablaggio orizzontale è di tipo stellare tra l'armadio di piano e i punti utilizzatori, all'interno dei rack, utilizzando cavi UTP a 4 coppie in filo di rame 24AWG, 100ohm, LSZH, Cat. 6, adatto per essere installato all'interno di un edificio. Si riportano di seguito alcune caratteristiche di riferimento del cavo.



Fig. 4 Cavo UTP.

Specifiche generali del cavo di posa:

- Materiale impiegato come conduttore: rame solido;
- Certificazioni: realizzate secondo ISO/IEC e/o EIA/TIA ;
- Caratteristiche : resistenza al fuoco secondo IEC 332-1, tipo di rivestimento LSZH

4.6 Punti utilizzatori

Su tutti i punti utilizzatori disposti nell'edificio è previsto l'uso di prese RJ45, come sistema di terminazione dei cavi UTP lato utente; tali prese hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Presa non schermata (UTP) RJ45 a 8 fili;
- Linea in Categoria 6;
- Sistema di connessione a perforazione d'isolante tipo 110 (T568A/T568B).

Le suddette prese sono montate su appositi faceplate, facenti parte di un sistema completo. Ogni punto è equipaggiato con prese modulari tipo RJ45 con sistema di connessione delle coppie del cavo di posa orizzontale in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact); la sequenza di attestazione è il tipo T568B, riportata sul frutto con codice colore.

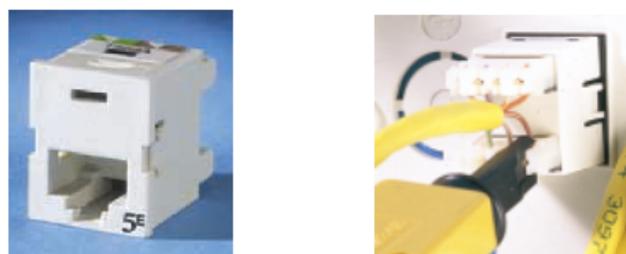


Fig. 5 Connettore RJ45.

Le prese RJ45 possono essere estratte dal fronte della placca senza smontare la medesima, al fine di facilitarne l'installazione e l'eventuale futura manutenzione.

4.7 Pannelli di permutazione

Tutti i cavi facenti parte del cablaggio orizzontale andranno sempre terminati su sistemi di permutazione Categoria 6.



Fig. 6 Connettore RJ45.

Il pannello di permutazione orizzontale (patch panel) viene utilizzato all'interno degli armadi di servizio per l'attestazione di cavi UTP e la relativa permutazione tramite bretelle (patch cord) verso gli apparati, mentre lato Rack di centro stella la permutazione va verso lo switch di Core. Il permutatore ha una struttura in lamiera metallica verniciata di spessore 10/10mm, parte frontale provvista di supporto per rack 19", altezza 1U con 24 prese RJ45 di Categoria 6 conformi alla normativa di riferimento EIA/TIA 568-B.2-1.

Le prese RJ45 dei pannelli di permutazione possono ospitare icone colorate asportabili per l'identificazione esterna del numero di presa ad esse collegato. Le prese RJ45 sono provviste di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact), con etichettatura anteriore e posteriore (opzionale) per l'identificazione della postazione di lavoro connessa.

4.8 Cassetti Ottici e fibre

Nel Rack A e nei Rack di servizio sono posizionati dei cassette ottici (fig. 7), all'interno dei quali vengono terminati i collegamenti in fibra. Il collegamento è stato realizzato attestando delle bretelle SC-SC ad opportuni connettori femmina-femmina, evitando giunzioni a caldo in loco.



Fig. 7 Cassetto ottico.

La fibra usata è del tipo monomodale 9/125 μm .

Oltre ai collegamenti interni al CED sono stati posati due cavi multi fibra fra questa struttura e il vecchio CED, per un totale di 288 fibre monomodali. Di queste 192 sono state attestate per realizzare i collegamenti di dorsale fra le due strutture e per permutare i vecchi collegamenti provenienti dagli edifici del Campus.

4.9 Impianti e quadri elettrici

L'alimentazione elettrica è stata prelevata dal quadro Generale già predisposto per la distribuzione AC del

gruppo di edifici denominato "Edificio 9", il lotto in cui sono state effettuate le lavorazioni all'oggetto è la porzione D dell'edificio in questione.



Fig. 8 I quadri elettrici del CED.

L'alimentazione degli impianti è effettuata tramite i quadri installati (figura 8), uno per l'erogazione della rete diretta, uno per la rete privilegiata, sostenuta dall'UPS. In ognuno dei due quadri è stato predisposto, per ogni armadio rack, un interruttore magnetotermico in curva D da 16A. Il quadro è inoltre dotato degli interruttori per le prese di servizio, per il condizionatore e per l'illuminazione dell'edificio.

I cavi utilizzati per la distribuzione sono del tipo FG7OR.

L'allegato A riporta gli schemi elettrici dei quadri realizzati.

4.10 Sezione dei Conduttori

Le sezioni minime delle linee sono state scelte, dopo aver valutato attentamente le correnti di impiego, in base al tipo di posa, del cavo e dell'isolante, secondo quanto dettato dalla tabella di posa IEC448, la quale si riferisce ad una temperatura ambiente e ad una temperatura per l'isolante rispettivamente di 30 °C e 70 °C (temperatura critica per il PVC).

Tali sezioni sono state inoltre verificate per quanto riguarda la massima caduta di tensione (che è stata fissata al 4%), con la relazione:

- $\Delta V = 2 \cdot I \cdot (R1 \cdot \cos\phi + X1 \cdot \sin\phi)$ (Nel caso di linea monofase)
- $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R1 \cdot \cos\phi + X1 \cdot \sin\phi)$ (Nel caso di linea trifase)

R1 = Resistenza del singolo conduttore

I = Corrente di impiego

$\cos\phi$ = Fattore di potenza del carico collegato
 valori di R1 e X1 sono quelli riportati nella tabella CNR - CEI UNEL Pr 1705

Comunque le sezioni dei conduttori dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- conduttori di fase (diramazioni dalle dorsali):
 - $S \geq 1.5mm^2$ per le derivazioni ai singoli punti luce
 - $S \geq 2.5mm^2$ per le derivazioni alle singole prese
 - conduttori di neutro:
 - $S \leq 16mm^2 \rightarrow S_n = S$
 - $S > 16mm^2 \rightarrow S_n < S$ comunque non inferiore a $16mm^2$ quanto su scritto vale per conduttori in rame.
 - conduttori di protezione:
 - $S \leq 16mm^2 \rightarrow PE = S$
 - $16mm^2 < S \leq 35mm^2 \rightarrow PE = 16mm^2$
 - $S > 35mm^2 \rightarrow PE = \frac{1}{2}S$
- Se il conduttore di protezione non si trova nella stessa conduttura dei conduttori di fase, esso dovrà avere la seguente sezione minima:
- $PE \geq 2.5mm^2$ se è prevista la protezione meccanica
 - $PE \leq 5mm^2$ se non è prevista la protezione meccanica
- collegamenti equipotenziali principali:
 - $EQP = \frac{1}{2}PE$ principale dell'impianto e comunque non minore di $6mm^2$, in particolare:
 - * $PE = 10mm^2 \rightarrow EQP = 6mm^2$
 - * $PE = 16mm^2 \rightarrow EQP = 10mm^2$
 - * $PE = 25mm^2 \rightarrow EQP = 16mm^2$
 - * $PE \geq 35mm^2 \rightarrow EQP = 25mm^2$

- collegamenti equipotenziali supplementari:
 - $25mm^2$ se è prevista una protezione meccanica
 - $4mm^2$ se non è prevista una protezione meccanica
- conduttori di terra:
 - $S \geq 16mm^2$ sia in Fe che in Cu (protetto contro la corrosione ma non meccanicamente)
 - $S \geq 25mm^2$ (Cu); $S \geq 50mm^2$ (Fe) (non protetto contro la corrosione).

4.11 Cavi e Cavidotti

Le linee a marchio IMQ saranno costituite da conduttori in cavo del tipo:

- FROR CEI 20-20, isolati in PVC e dotati di guaina in PVC speciale, secondo Norma CEI 20-22 II

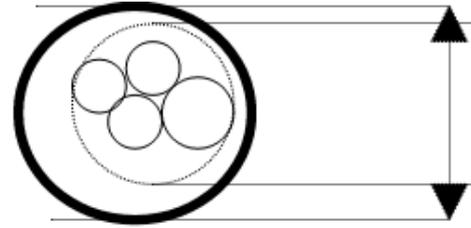


Fig. 9 $D_{esterno} \geq 1.3D_{interno}$.

4.12 Protezione Contro le Sovraccorrenti

Per la protezione dei cavi dai sovraccarichi, gli interruttori sono stati scelti in maniera che venissero soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

dove:

I_b = corrente d'impiego del circuito

I_N = corrente nominale dell'interruttore magnetotermico

I_z = portata del cavo di sezione minore impiegato

I_f = corrente di sicuro funzionamento della protezione termica entro 1 ora

Ai fini della determinazione del potere di interruzione degli interruttori, poiché risulta difficile la determinazione della corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna, in accordo con i suggerimenti delle norme CEI 64-50, si può ipotizzare una corrente di corto circuito minore o uguale di 4.5 kA nel caso di alimentazione monofase, 6 kA nel caso di alimentazione trifase.

Per la protezione dai corto circuiti, occorre inoltre verificare, che l'energia che gli interruttori lasciano fluire durante il corto circuito stesso, sia minore o uguale di quella sopportabile dal cavo, cioè:

$$\int i^2 \cdot dt \leq K^2 \cdot S^2$$

dove:

integrale = riportato in tabelle fornite dal costruttore dell'interruttore

K = costante che dipende dal tipo di cavo, nel nostro caso

PVC K = 115

S = sezione del conduttore.

4.13 Verifiche Interruttori

Tali verifiche verranno eseguite con il seguente procedimento:

- in base al prodotto specifico per ogni conduttore di determinata sezione e isolamento e, dalle curve fornite dal costruttore dell'interruttore, si ricavano i

valori di corrente di corto circuito massima e minima per i quali l'energia sopportabile dal cavo è maggiore dell'energia lasciata fluire dall'interruttore durante il corto circuito.

- Dalla relazione:

$$I = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.5 \cdot \rho \cdot 2L} = \frac{15 \cdot U \cdot S}{L}$$

per il rame $\rho_{20^\circ C} = 0.0018 \text{ } \Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}$ si ricava, per I_{min} , la lunghezza di linea protetta:

$$L = \frac{15 \cdot U \cdot S}{I}$$

In tale relazione il valore di U coincide con la tensione concatenata o di fase, a seconda se si è in presenza di neutro distribuito o neutro non distribuito.

La verifica si completa controllando che il valore di corrente di corto circuito immediatamente a valle dell'interruttore sia minore della corrente di corto circuito massima letta sulle curve fornite dal costruttore.

4.14 Impianto di Terra

Tale impianto sarà realizzato secondo le norme CEI 64-8; faranno capo i conduttori di protezione relativi alle singole dorsali, inoltre, a tale collettore, faranno capo i collegamenti equipotenziali principali della masse metalliche estranee, quali apparecchiature con involucro metallico, canaline, i collegamenti equipotenziali supplementari e il conduttore di terra.

I conduttori di protezione relativi alle dorsali, saranno contenuti entro le stesse condutture contenenti le dorsali stesse, la loro sezione coinciderà con la sezione del conduttore di fase corrispondente.

I collegamenti tra le masse e il collettore equipotenziale saranno eseguiti con conduttori aventi sezioni non inferiori a 6 mm^2 , identificati ad entrambe le estremità.

Quanto descritto verrà attestato all'impianto di terra già esistente nell'edificio.

4.15 Protezione dai Contatti Diretti e Indiretti

La protezione dai contatti diretti verrà assicurata dall'isolamento dei componenti che a tal fine verranno scelti solo se riportanti il marchio di qualità IMQ o rispondenti alle relative norme.

Essendo l'impianto in oggetto di I categoria (secondo classificazione CEI 64-8) senza propria cabina di trasformazione, ed essendo il collegamento a terra del neutro separato dal collegamento a terra delle masse metalliche, in base alla succitata norma il sistema in oggetto può essere classificato come TT.

Pertanto, la protezione contro i contatti indiretti per interruzione automatica del circuito di alimentazione, va realizzata verificando la seguente condizione (Norma CEI

64-8):

$$R_t \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

- R_t è la resistenza dell'impianto di terra;
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione del dispositivo di protezione entro un tempo convenzionale non superiore a 5s.
- U_0 è il valore massimo della tensione di terra che, per impianti tipo quelli in oggetto è prescritto pari a 50 V.

Nel caso di utilizzo di Interruttore differenziale, il valore di I_a coincide con il valore di corrente differenziale del dispositivo stesso.

A norma del D.P.R. 547 Art. 326, il valore di resistenza di terra non può superare, comunque, il valore di 20 Ω .

5 Conclusioni

“Una casa si costruisce dalle fondamenta”. Parafrasando questo adagio possiamo dire che un internet data center si basa sull'affidabilità della rete elettrica che lo mantiene in vita e dei collegamenti di rete che lo interconnettono con il mondo esterno, massima attenzione deve pertanto essere prestata a questi componenti della struttura tecnologica. Un altro aspetto fondamentale che è stato tenuto in considerazione è il monitoraggio dei parametri vitali del locale, come la temperatura, l'autonomia delle batterie dell'UPS, fino al funzionamento del singolo server, così da intervenire tempestivamente in caso di malfunzionamenti.

Riferimenti

- 1 L. Ianniello, A. Lora, G. Nantista, M. Simonetti - Analisi e implementazione di sistemi per il monitoraggio della rete wireless relativa al progetto ADD (Anti Digital Divide) e delle infrastrutture di Campus AdR RM1. - Rapporto Tecnico IC-RM 2012-03.

Glossario

SNMP: Simple Network Management Protocol è un protocollo di rete che appartiene alla suite di protocolli Internet definito dalla IETF (Internet Engineering Task Force). Il protocollo opera al livello 7 del modello OSI e consente la configurazione, la gestione e la supervisione (monitoring) di apparati collegati in una rete, siano essi nodi interni di commutazione, dispositivi di rete o nodi terminali di utenza.

UPS: Uninterruptible Power Supply equivalente dell'italiano Gruppo di Continuità, è un sistema per il mantenimento dell'alimentazione elettrica in corrente alternata facendo uso di batterie, in corrente continua, mediante un meccanismo meglio noto come doppia conversione AC-DC-AC.