Studio Tecnico
Ing. Federico Lo Bello
Via Brenta 65 Siracusa

Progetto di adeguamento della cabina elettrica a servizio degli uffici della sede I.R.C.A.C. Via Ausonia 83 PALERMO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO CABINA

SCHEMA CABINA MT/BT

SCHEMI QUADRI ELETTRICI

TAVOLA UNICA

IL COMMITTENTE

I.R.C.A.C. sede di Palermo

IL TECNICO

DOTT. ING. F. LO BELLO

RELAZIONE TECNICA

1. PREMESSA

La presente relazione è inerente ai lavori di adeguamento della cabina elettrica di trasformazione alle norme CEI 0-16. La cabina MT/bt è di proprietà privata a servizio degli impianti elettrici degli uffici I.R.C.A.C. sede Palermo, Via Ausonia n.83.

Dal punto di vista elettrico gli ambienti uffici sono considerati ordinari.
La palazzina uffici si sviluppa su cinque livelli di cui quattro fuori terra ed uno interrato.

La palazzina uffici è suddivisa nei seguenti ambienti:

- Piano Cantinato: Autorimessa, Locali tecnici, Cabina di trasformazione MT/bt
- Piano Ammezzato: Uffici
- Piano Terra: Sala Congressi.
- Piano Primo: Uffici;
- Piano Secondo: Uffici.

La fornitura ENEL prevista sarà del tipo: in media tensione MT; è presente una cabina in box metallici ubicata al piano cantinato.
La cabina contiene i vani ENEL, misura ed utente; sono installati due trasformatori in resina da 400 kVA uno di riserva all'altro.

Relativamente al lay-out impiantistico, si rimanda allo schema a blocchi dei quali riportato in apposito allegato. L'intera attività sarà dotata di pulsante di sgancio in emergenza a sicurezza positiva, in maniera tale da mettere fuori tensione le utenze ad esclusione del gruppo pompe antincendio.

1.1 - Norme di riferimento.

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti si farà riferimento alle seguenti leggi e normative:

- Legge 1 marzo 1968, n. 186;
- Norme CEI 64-8, terza edizione, fascicolo 1016-1022, "Norme per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500

V in corrente continua";

- Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI 11-35 "Guida all'esecuzione delle cabine elettriche di utente":
- Norme CEI 11-8, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra";
- Norme CEI 64-50, fascicolo 1282 G, "Edilizia residenziale, guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici";
- Norme CEI 64-12, fascicolo 2093 G, "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici per uso residenziale e terziario":
- Norme CEI 17-13/1-2-3, "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt)";
- D.M. n. 37 del Marzo 2008.

Si farà inoltre uso delle seguenti tabelle CEI-UNEL:

- 35023 - Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione - n° 3 tabelle;
- 35024 - Cavi per energia con conduttore in rame con isolante elastomerico o termoplastico ed aventi grado di isolamento non superiore a 4 - Portate di corrente in regime permanente - n° 6 tabelle (nuova edizione 1997).

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto elettrico esistente viene alimentato in M.T. (sistema di II categoria) ad una tensione nominale di 20KV.
La potenza contrattuale ENEL prevede una fornitura in MT di 378 kW.

3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO IMPIANTO

La presente relazione è inerente ai lavori di adeguamento della cabina elettrica di trasformazione alle norme CEI 0-16. La cabina MT/bt è di proprietà privata a servizio degli impianti elettrici degli uffici I.R.C.A.C. sede Palermo, Via Ausonia n.83.

L'intervento prevede, in conformità ai dati comunicati da ENEL con lettera prot. N. 1552636 del 28/12/2010 i seguenti punti:

- sostituzione dell'interruttore di arrivo ENEL MT interruttore automatico SF6 completo dei dispositivi di taratura e di protezione;
- sostituzione di n.2 interruttori MT fusibilati a protezione di n.2 trasformatori esistenti;
- installazione di uno sganciatore a pulsante posto all'esterno della cabina ed operante sul lato MT; lo sganciatore non interverrà sulla linea alimentazione gruppo pompe antincendio per il quale è già prevista una linea preferenziale con partenza dal quadro bt di cabina;
- Sostituzione dei cavi di collegamento tra interruttori MT e trasformatori, cavi RG7H1R 12-20 kV 3x(1x35) mmq;
- Installazione di interblocco meccanico tra i due trasformatori e tra gli interruttori fusibilati ed i rispettivi interruttori di bassa tensione;
- Sostituzione delle due centraline elettroniche esistenti per il controllo della temperatura dei due trasformatori MT/bt comprese delle terne di termoresistenze PT100;
- Installazione di n.1 quadro di rifasamento automatico in sostituzione di quello esistente della potenza nominale di 80 kVAR ad 8 gradini;
- Installazione di un gruppo UPS della potenza nominale di 1250 Va 230V 50Hz;
- Adeguamento del locale cabina con installazione di n.5 plafoniere a lampada fluorescente 2x36W in versione stagna IP55, di cui n.1 in cablata in versione di emergenza SE con batteria al Ni Cd ed inverter, autonomia minima di 1 ora; installazione di n.1 presa interbloccata CEE 1P+N+T protezione IP44 + n.1 presa interbloccata CEE 3P+N+T protezione IP44; linee luce e prese in esecuzione stagna dentro tubazione rigida in PVC staffata a parete e/o soffitto.

3.1. Cabina elettrica MT/bt stato di fatto

Il locale di consegna è un box ubicato al piano cantinato con accesso diretto da spazio a cielo aperto, in esso sono installate le apparecchiature ed i gruppi di misura di pertinenza dell'ENEL il cui accesso ha un'apertura separata dalla parte di cabina utente.

L'ubicazione della cabina può essere rilevata dalle planimetrie allegate, la parte utente contiene:

- vano interruttori di MT e di bt lato utente;
- vano trasformatore MT/bt 2x400kVA.

I trasformatori in resina esistenti hanno le seguenti caratteristiche:

POTENZA NOMINALE	S_N	400 kVA
TENSIONE NOMINALE PRIMARIA	V_{1N}	20 KV
TENSIONE NOMINALE SECONDARIA	V_{2N}	400 V + N
TENSIONE DI C.C.	$V_{CC}\%$	4 %

con collegamento degli avvolgimenti primario/secondario del tipo $D_{yn}11$.

I trasformatori sono posti all'interno di uno scomparto al quale si accede dall'esterno tramite due porte in ferro.

A monte dei trasformatori sono installati due interruttori fusibilati ed un interruttore di manovra in SF6 di MT.

Sono presenti le seguenti apparecchiature:

- sezione arrivo ENEL
- sezione protezione TR 1
- sezione protezione TR 2

con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale kV 24
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz/1min valore efficace kV 50
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2/50 µS valore di picco kV 125
- Tensione di esercizio kV 20
- Frequenza nominale Hz 50/60
- N° fasi 3
- Corrente nominale delle sbarre principali A 630
- Corrente nominale max delle derivazioni A 630
- Corrente nominale ammissibile di breve durata kA 12,5
- Corrente nominale di picco kA 31,5
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale kA 12,5
- Durata nominale del corto circuito sec 1

- Tensione nominale degli ausiliari V 220 ca

3.2. Caratteristiche dell'alimentazione – dati ENEL

La rete Enel che alimenta l'impianto in oggetto, ha le seguenti caratteristiche:

- Numero POD IT001E00245271
- Numero Cabina 62021
- Potenza disponibile 378 kW
- Ubicazione Via Ausonia 83 90144 Palermo
- Linea MT alimentante MOND90 / CP Resuttana
- Tensione dichiarata 20 kV ± 10%
- Frequenza nominale 50Hz ± 1% (95%dell'anno)
  +4% -6% (100% dell'anno)
- Corrente Icc trifase alle sbarre MT 12,5 kA
- Stato del neutro: Normalmente gestito a terra mediante impedenza
- Corrente di guasto monofase a terra: 50A
- Tempo di eliminazione guasto monofase a terra: >> 10 sec (tensione di contatto ≤ 75V)
- Esercizio del neutro: Isolato (per brevi periodi)
- Corrente di guasto monofase a terra: 178A
- Tempo di eliminazione guasto monofase a terra: 0,69 sec (tensione di contatto ≤ 75V)
- Tempo di eliminazione guasto doppio monofase 340 msec
- Corrente di doppio guasto monofase a terra 10,80 kA

Dati a cura dell'utente ai quali saranno tarati i ns. dispositivi:

- Taratura delle protezioni 1° soglia (51/1) ≤250 A con tempo di intervento 0,5 sec.
- Taratura delle protezioni 2° soglia (51/2) ≤600A con tempo di intervento 0,12 sec
- Taratura protezione (51N) ≤ 2 A con tempo intervento 0,45 sec.
- Caratteristica alimentazione MT: conforme norma CEI EN 50160.

3.3. Cabina elettrica MT/bt stato modificato

In base ai dati forniti da ENEL ed in base allo stato di fatto la nuova configurazione di cabina MT/bt avrà le seguenti caratteristiche:

Cavi di MT

I cavi di MT utilizzati per il collegamento tra la consegna ENEL ed il DG Dispositivo Generale utente sono costituiti da una terna di cavi unipolari a corda rotonda compatto di rame, isolamento in gomma ad alto modulo G7, schermo a fili di rame rosso e guaina esterna di PVC sigla

RG7H1R con grado di isolamento 12/20 kV di sezione pari a 1 x 35 mmq. La lunghezza media è di ml. 10,00.

I terminali utilizzati dovranno essere del tipo ad isolante estruso a campo elettrico radiale preformati per interno con sigillatura globale delle fasi, tipo EPTK sezione 35 mmq con approvazione CEI 20-24/81; i capicorda da utilizzare dovranno essere della serie rinforzata a collo lungo di sezione 25/95 mmq. Messi in opera con doppia aggraffatura a compressione.

Il collegamento e la distribuzione tra il DG e gli interruttori MT fusibilati a protezione dei due trasformatori sono realizzati con barre in rame di portata 800 A; il collegamento tra i due interruttori fusibilati ed i rispettivi trasformatori con cavi unipolari a corda rotonda compatto di rame, isolamento in gomma ad alto modulo G7, schermo a fili di rame rosso e guaina esterna di PVC sigla RG7H1R con grado di isolamento 12/20 kV di sezione pari a 3x1x35 mmq.

Caratteristiche tecniche Dispositivo Generale DG:

Il Dispositivo Generale DG di Media Tensione in cabina, in sostituzione di quello esistente, avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione di esercizio 20 kV
- Tensione Nominale 24 kV
- Tensione di isolamento a f.i. 50Hz per 1 min. 50 kV
- Corrente Nominale Sbarre principali 630 A
- Corrente max ammissibile per 1 sec. 16 kA
- Corrente limite dinamica 31,5 kA
- Sezione collettore di terra 75 mmq
- Grado di protezione IP30
- Grado di protezione all'interno IP20

Il DG è costituito da uno scomparto MT "Manovra e Protezione" con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Dimensioni scomparto in mm. L x P x H 750 x 1150 x 2100
- Sezionatore rotativo a vuoto 24 kV – 630 A
- Blocco chiave estraibile a sezionatore rotativo chiuso
- Blocco meccanico tra il sezionatore di messa a terra lato sbarre e la porta frontale
- Blocco meccanico tra il sezionatore di messa a terra lato sbarre ed il sezionatore rotativo
- Interruttore in Sf6 completo di: comando a molle, indicatori dello stato dell'interruttore e della carica delle molle, comandi meccanici, blocco chiave estraibile ad interruttore aperto interbloccabile con sezionatore rotativo a vuoto al fine di evitarne la manovra sottocarico
- Sistema di protezione e controllo con funzioni 50-51 e funzione omopolare 51N
- Trasformatori di corrente TA
- Trasformatore di corrente toroidale

- Bobina di apertura con 230Vac e contatti aux 1NA+1NC
- Terna di derivatori capacitivi per segnalazione di presenza tensione in rete tramite lampade spia al neon del tipo estraibile a spina
- Protezione per minima tensione secondo CEI 0-16

Caratteristiche tecniche Relè di Protezione:

Il relè di protezione di massima corrente 50-51-51N installato nel DG deve avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Marca SEPAM S.20 con HMI avanzata (cod.59607) configurato con applicazione S.20 (cod. 59620) della Schneider Electric Spa con versione software 0322

Il relè è associato ai trasformatori di corrente con le seguenti caratteristiche:

- Trasformatori di corrente
- Rapporto di trasformazione 50/5
- Corrente termica nominale permanente 300A
- Corrente termica nominale di c.to c.to Ith 25kA x 1 sec
- Prestazione 2.5VA
- Classe di precisione 5P30
- Corrente dinamica nominale Id 2,5 x Ith = 40kA
- Trasformatore toroidale SCHNEIDER ELECTRIC S.p.a. mod. CSH160
- Diametro interno 160 mm
- Rapporto di trasformazione 470/1
- Tenuta della corrente al c.to c.to 85kA x 0,5 sec

Caratteristiche tecniche dei Trasformatori 400kVA:

I due trasformatori MT/bt esistenti in cabina hanno entrambi le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tipo Trasformatore in Resina
- Potenza Nominale 400 kVA
- Tensione al primario 20.000 V
- Tensione al secondario 400 V
- Collegamento Triangolo – Stella
- Gruppo Vettoriale Dyn 11
- Classe di Isolamento 24 kV
- Perdite totali al primario 6772 W
- Perdite totali al secondario 6740 W
- Interblocco di tipo meccanico sull'inserimento / disinserimento trasformatori in funzionamento alternato.

Caratteristiche tecniche dei circuiti ausiliari:

I circuiti aux del DG sono alimentati attraverso gruppo di continuità UPS installato nel quadro di bassa tensione ed in grado di garantire il funzionamento in mancanza di tensione.

Taratura della Protezione Generale (dati a cura dell'utente):

- Taratura delle protezioni 1° soglia (51/1) 150A con tempo di intervento 0,4 sec.
- Taratura delle protezioni 2° soglia (51/2) 600A con tempo di intervento 0,10 sec
- Taratura protezione (51N) 1A con tempo intervento 0,15 sec.

Caratteristiche tecniche interruttori fusibilati MT:

Per ogni trasformatore verrà installato un interruttore MT fusibilato in sostituzione di quello esistente con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Fusibili FUSARC CF
- Tensione di esercizio 20 kV
- Tensione Nominale 24 kV
- Corrente Nominale 40 A
- Icu max 25 kA

Sganciatore da rete ENEL:

Il DG sarà dotato di bobina di apertura 230Vac e contatti aux 1NA+1NC

Dotazioni di cabina:

Si predispone quanto necessario per legge debba essere in dotazione alla cabina, e cioè: guanti isolanti, tappeto isolante in tutta la superficie calpestabile, bacheca con schema elettrico unifilare, nodo collettore principale di terra di protezione e funzionamento in posizione accessibile e visibile, cartelli monitori e di pronto soccorso, estintori a polvere, etc.
Lo schema unifilare della cabina elettrica è riportato nelle Planimetria allegate.

Cavi tra trasformatori e quadro generale BT

La conduttura dai trasformatori al quadro generale BT è costituita da cavi unipolari tipo FG7R 0,6/1 kV 3(2x1x120) + 1x120 mmq. Posati nel vano di fondazione, portata paria a 650 A.

Quadro Generale BT

Il quadro generale BT ha corrente di breve durata I_{cw} = 50 kA. I due interrutori magnetotermici generali BT (uno per ogni trasformatore) hanno corrente nominale di 630A relè magnetici e termici regolabili tarati a 1xI_r A per la termica e a 10 I_r (6300A) per la magnetica. Le linee di

uscita, tutte in cavo FG7R 0,6/1 kV di varie sezioni alimentano i quadri di settore e sono protette con interruttori automatici. Il quadro generale esistente deve essere adeguato in base al progetto di adeguamento impianto elettrico generale con l'inserimento e la sostituzione di interruttori magnetotermici differenziali.

Servizi di cabina

I servizi di cabina, esistenti, comprendono:

- n.4 apparecchi di illuminazione da 2x36W per un illuminamento medio di 300 lux
- n.1 presa di servizio monofase 10/16 A

Si predisporrà tutto quanto necessario per legge debba essere in dotazione alla cabina, e cioè: guanti isolanti, tappeto isolante in tutta la superficie calpestabile, bacheca con schema elettrico unifilare, nodo collettore principale di terra di protezione e funzionamento in posizione accessibile e visibile, cartelli monitori e di pronto soccorso, estintori a polvere, etc.

Protezione cavi MT

La sezione di 35 mmq dei cavi MT che collegano il quadro MT al trasformatore soddisfa la relazione:

$$S \geq (I \sqrt{t}) / K \geq (12500 \sqrt{0,12}) / 143 \geq 30,3 \text{ mmq}$$

Impianto di messa a terra

In merito all'impianto di messa a terra generale, esso utilizza l'impianto esistente: l'impianto è unico sia per la parte d'impianto in MT, che per la parte in bt. In questa situazione l'impianto di terra deve consentire la sicurezza sia per un guasto in MT sia per un guasto sulla bt.
L'impianto è realizzato con treccia in rame nudo di opportuna sezione come definito dalle norme CEI e collegato a quattro puntazze in ferro zincato in opportuni pozzetti ispezionabili.
All'elemento dispersore di terra interrato fanno capo anche i collegamenti EQS e/o EQP, tramite i vari "collettori principali di terra " o "nodi equipotenziali di terra" dislocati opportunamente.
Ai suddetti collettori di terra fanno capo tutti i conduttori di protezione, costituiti da fili in rame rivestito in PVC (giallo/verde) tipo N07VK nelle varie sezioni.
Tali conduttori di protezione, siano essi supplementari "EQS" e/o principali "EQP", collegano sia l'impianto elettrico di distribuzione interno, che le masse metalliche esterne (tipo tubazioni metalliche di acqua, etc.). Tali conduttori comunque sono prevalentemente ispezionabili e sono protetti con rivestimento in PVC di colore giallo/verde.
L'impianto di terra in questione è stato pertanto dimensionato in riferimento ai valori della corrente di guasto monofase a terra ($I_f = I_E$) e del relativo tempo di intervento delle protezioni (t_f) comunicato dall'ENEL e questo per garantire una tensione totale di terra (U_T) non superiore alla

tensione di contatto ammissibile (U_{Tp}) dipendente dal tempo (t_f), per cui è stato verificato che la resistenza di terra (R_E) soddisfi la relazione:

$$R_E \leq \frac{U_{Tp}}{I_F}$$

Il valore di terra globale unico di progetto dovrà essere pari a 0,80 Ω. Pertanto considerando i valori della I_F (corrente di guasto), comunicato dall'ENEL ed il tempo di intervento del dispositivo, così come appresso riportato, con linea a Neutro compensato:

- I_F = 50 A (a 20kV.)
- 10 sec << tf <20 sec.
- U_{Tp} = 80 Volt (riferimento tab. C3 della norma CEI 11-1 99/01 che riporta i valori di U_{Tp} ammissibile con neutro compensato).

Pertanto.

- R_E=0,80Ω ≤ U_{Tp}/I_F = 80/50=1,6 Ω
- U_{Tp}= $R_E \bullet I_F$ = 0,80 • 50 = 40,0 V.

Conclusioni

Il sistema di distribuzione è TN-S, con neutro messo a terra in cabina e conduttore di protezione PE separato.

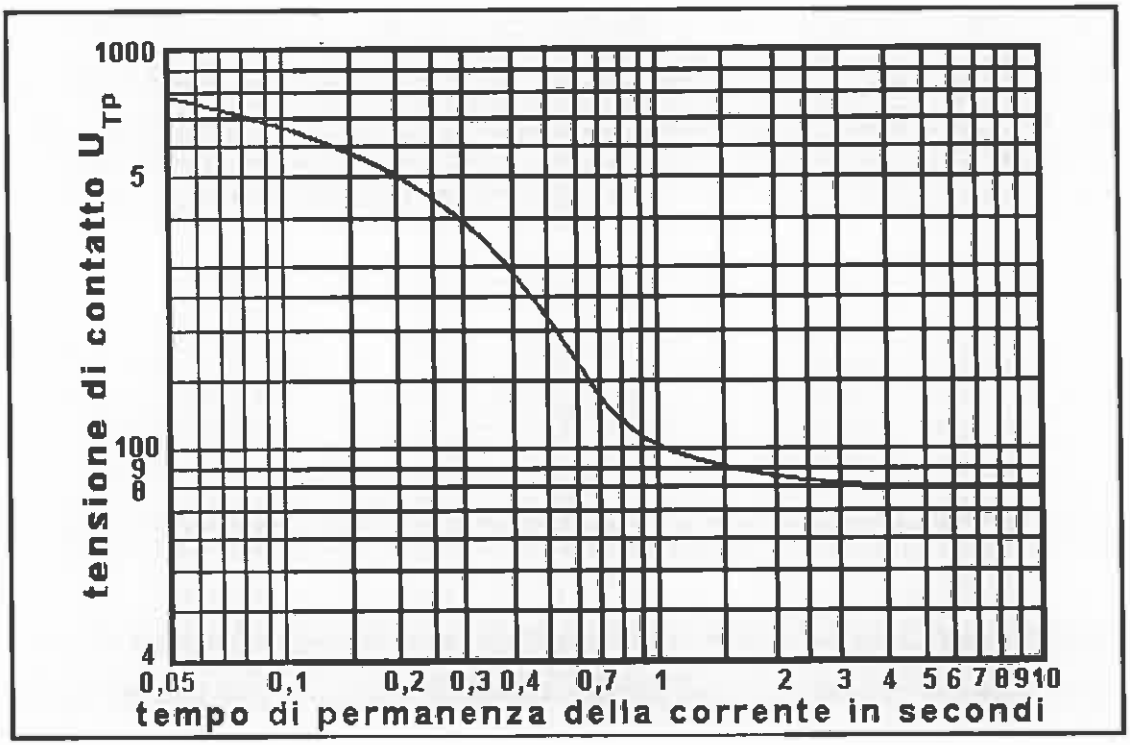
Le ultime rivelazioni effettuate forniscono un valore della resistenza dell'impianto di terra di 0.80 Ω ,

Il valore di resistenza di terra misurato R_E = 0.80 Ω è inferiore al valore limite di 1,60 Ω.

Essendo il valore ampiamente soddisfacente non occorre procedere alle ulteriori verifiche di misura della tensione di contatto e di passo.

Siracusa 11/12/2014

IL PROGETTISTA



Tab. C3

Durata del guasto	*Tensione di contatto ammissibile U_C (V) (U_{TP} secondo CEI 11-1)*	
(s)	*Nuova norma CEI 11-1*	*Vecchia norma CEI 11-8*
10	80	50
2	85	50
1	103	70
0,8	120	80
0,7	130	85
0,6	155	125
0,5	220	160
0,2	500	160
0,14	600	160
0,08	700	160
0,04	800	160

- Tensioni di contatto ammissibili U_{TP} per correnti di durata limitata