

SPECIFICA TECNICA

DISPOSITIVI DI SEGNALAMENTO LUMINOSO A LED PER SEGNALE DI SERVIZIO METROPOLITANO

TABELLA DELLE REVISIONI

| Rev. | Date | Description | Made | Verified | Approved |
|------|----------|-------------|--------|----------|----------|
| 00 | 15.01.16 | Emissione | Piatti | Serlenga | Carpena |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Property of Powercon Srl. Reproduction of any part of drawing, schematics or other intellectual property without written authorization is severely prohibited and will be persecuted by law. The information, drawings or schematics can't be changed without any written declaration. POWERCON SRL tel. +390239469044 info@powercon.eu www.powercon.eu.

Sommario

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | SCOPO | 3 |
| 1.1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 1.2 | ACRONIMI | 3 |
| 2 | DESCRIZIONE DEI SEGNALI | 4 |
| 2.1 | DESCRIZIONE SEGNALI | 4 |
| 2.2 | SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E CONTROLLO SEGNALI | 4 |
| 3 | SPECIFICA TECNICA E FUNZIONALE DEI SEGNALI | 8 |
| 3.1 | SPECIFICA FUNZIONALE..... | 8 |
| 3.2 | SPECIFICA TECNICA..... | 9 |

1 SCOPO

Il presente documento ha come oggetto la descrizione funzionale e tecnica di dispositivi di segnalamento luminoso a LED (Light Emitting Diode), da adottare nei segnali di servizio Metropolitano, in sostituzione delle tradizionali lampade ad incandescenza.

I benefici attesi dalla sostituzione delle lampade ad incandescenza, con dispositivi di segnalamento luminoso basati sulla tecnologia a LED sono:

- maggiore durata e sicurezza nel funzionamento;
- bassi costi di manutenzione.

Nel seguito del documento, si darà una breve descrizione dei segnali e dell'attuale sistema di circuiti per l'alimentazione e il controllo dei segnali stessi, situati lungo le linee metropolitane e le stazioni.

Si descriverà poi, sia a livello funzionale che tecnico, le caratteristiche che hanno i dispositivi di segnalamento luminoso a LED, affinché:

- siano compatibili con l'attuale sistema di circuiti sopra citato;
- possano realizzare i benefici sopra citati;
- siano compatibili con la sicurezza dell'esercizio metropolitano e con il sistema di segnalamento ferroviario esistente.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- EN50129 - 2003 "Railway applications". Communication, signalling and processing systems. Safety related electronic system for signalling.
- UNI 9296
- RFI ST IS 00 402 A
- RFI-ST IS 00 393 A

1.2 ACRONIMI

| | |
|--------|---------------------------------------|
| CDB | Circuito di Binario |
| RX | Modulo Ricevitore |
| TX | Modulo Trasmettitore |
| LMU/TX | Cassetta risonante terminale linea TX |
| LMU/RX | Cassetta risonante terminale linea RX |
| TU | Cassetta terminale tratta di binario |
| LA | Adattatore di linea TX o RX |
| ATPd | Automatic Train Stop discontinuo |
| LED | Light Emitting Diode |

2 DESCRIZIONE DEI SEGNALI

2.1 DESCRIZIONE SEGNALI

I segnali luminosi, presenti lungo le linee metropolitane, forniscono le segnalazioni a mezzo di luci colorate (di colore rosso, giallo, verde e bianco) e sono costituiti da speciali lenti applicate su di uno schermo di colore nero opaco con bordo perimetrale bianco.

All'aperto, con segnali ad una o due luci sovrapposte, lo schermo dei segnali, a seconda della loro ubicazione rispetto al binario a cui comandano, può essere costituito da una o due vele rotonde oppure da una o due vele quadrate.

In galleria, con segnali a tre luci sovrapposte, lo schermo può essere rispettivamente rettangolare ad estremità rotonde oppure rettangolare a spigoli vivi.

I segnali montati a sinistra del binario di corsa legale sono costituiti da schermi a vela rotonda o rettangolare ad estremità rotonde.

I segnali montati a sinistra del binario a cui comandano, sono costituiti da schermi a vela quadrata o rettangolare a spigoli vivi.

Le linee metropolitane, sono di norma esercitate con il regime del blocco elettrico automatico, che assicura il distanziamento dei treni a mezzo dei segnali sopra descritti, che sono comandati e controllati da apposite apparecchiature, nel seguito descritte.

I segnali fissi del blocco elettrico automatico devono essere visibili alla distanza di almeno 70 metri in galleria e di 200 metri all'aperto.

Per ogni colore che può assumere un segnale di galleria, sono presenti due lampade ad incandescenza: una lampada primaria, che è attiva in condizioni di funzionamento normale, ed una lampada di riserva, che si accende nel caso la lampada primaria si guasti.

2.2 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E CONTROLLO SEGNALI

Il sistema di alimentazione e controllo dei segnali è costituito da una serie di circuiti che fanno parte dell'Apparato Centrale Elettrico a comandi di Itinerario a pulsanti (A.C.E.I.). L'A.C.E.I. si occupa della gestione degli itinerari, istradamenti, circuiti di binario, segnali, deviatoi e si trova in ogni Stazione (presenza scambi) e può essere presidiato da un Dirigente Locale (D.L.).

Nel seguito si descriverà a livello funzionale il circuito che fornisce l'alimentazione ai segnali, che ne gestisce l'aspetto (commutazione da un colore all'altro), e che ne garantisce il corretto funzionamento. A titolo di esempio si riportano, in Figura 1 e in Figura 2, alcuni schemi A.C.E.I. in uso sulla linea 1 della metropolitana di Milano.

L'alimentazione in ingresso a questi circuiti, può essere di due tipologie:

- in corrente continua a 1 Ampere con tensione applicata di 120 Volt (si veda a titolo di esempio la Figura 1);
- in corrente alternata (a frequenza industriale di 50 Hz) a 0.5 Ampere (valore efficace) con tensione applicata di 150 Volt (valore efficace); (si veda a titolo di esempio la Figura 2).

Tali tensioni, all'ingresso dei circuiti di alimentazione e controllo dei segnali, vengono poi opportunamente trasformate in modo tale che all'ingresso delle lampade ad incandescenza si abbia:

- una tensione in continua di 95 Volt, nel caso la tensione all'ingresso del circuito di alimentazione sia 120 Volt in continua.
- una tensione in alternata di 12 Volt, nel caso la tensione all'ingresso del circuito di alimentazione sia 150 Volt in alternata. Ciò viene ottenuto mediante apposito trasformatore di tensione, come si può vedere, a titolo di esempio, in Figura 2.

Quindi, le lampade ad incandescenza dei segnali A.T.M. sono alimentate o con una tensione di 95 Volt in continua, o con una tensione di 12 Volt in alternata.

Nel circuito di alimentazione e controllo inoltre, sono presenti dei relè che si occupano della gestione dell'aspetto dei segnali (relè che gestiscono la commutazione da un colore all'altro), e dei relè che gestiscono il corretto funzionamento del segnale.

In particolare, vi sono tre tipologie di relè:

- relè di comando;
- relè di controllo;
- relè G.

I relè di comando, che si occupano della gestione dell'aspetto dei segnali, sono a loro volta divisi in due tipologie:

- relè H;
- relè D.

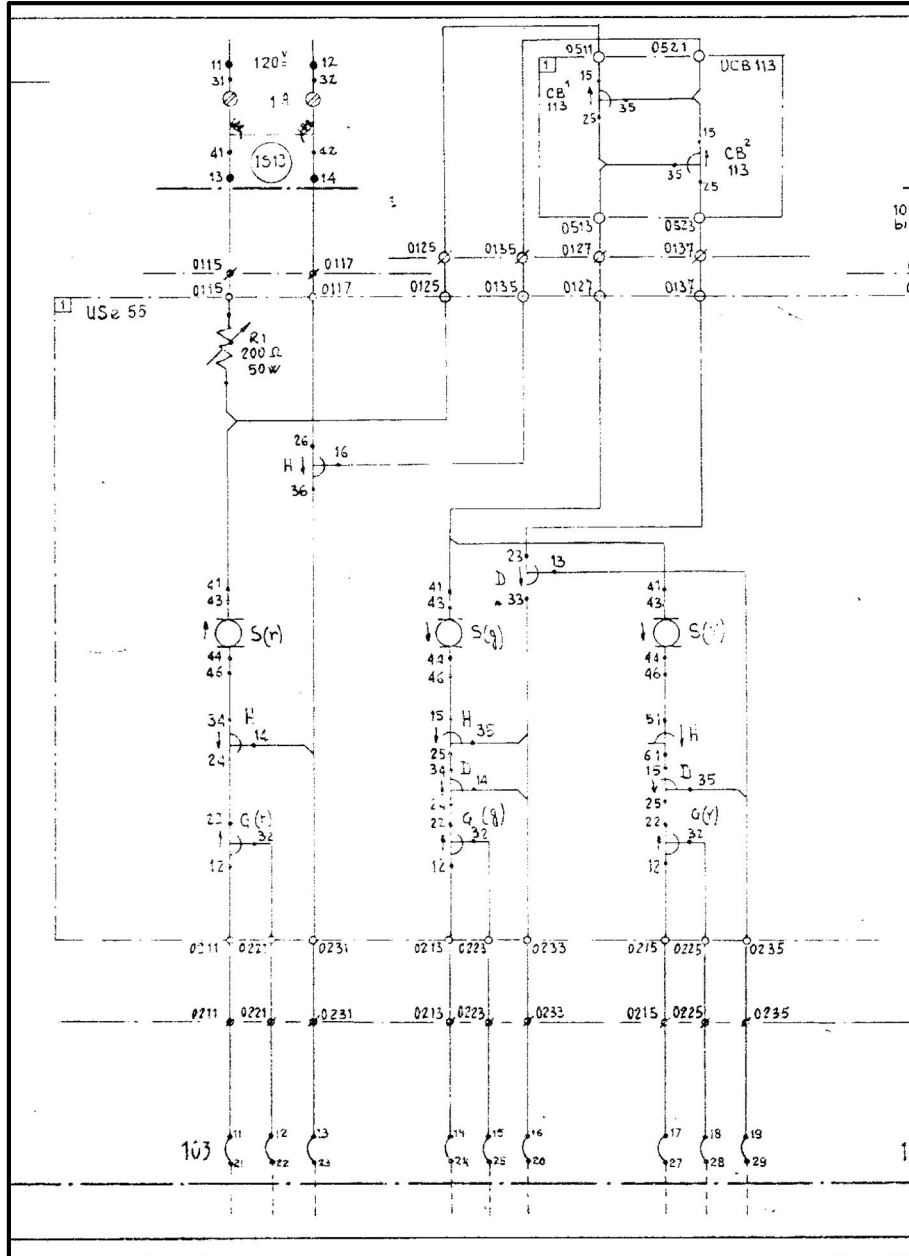


FIGURA 1 SCHEMA ACEI CONTROLLO SEGNALI DI FERMATA

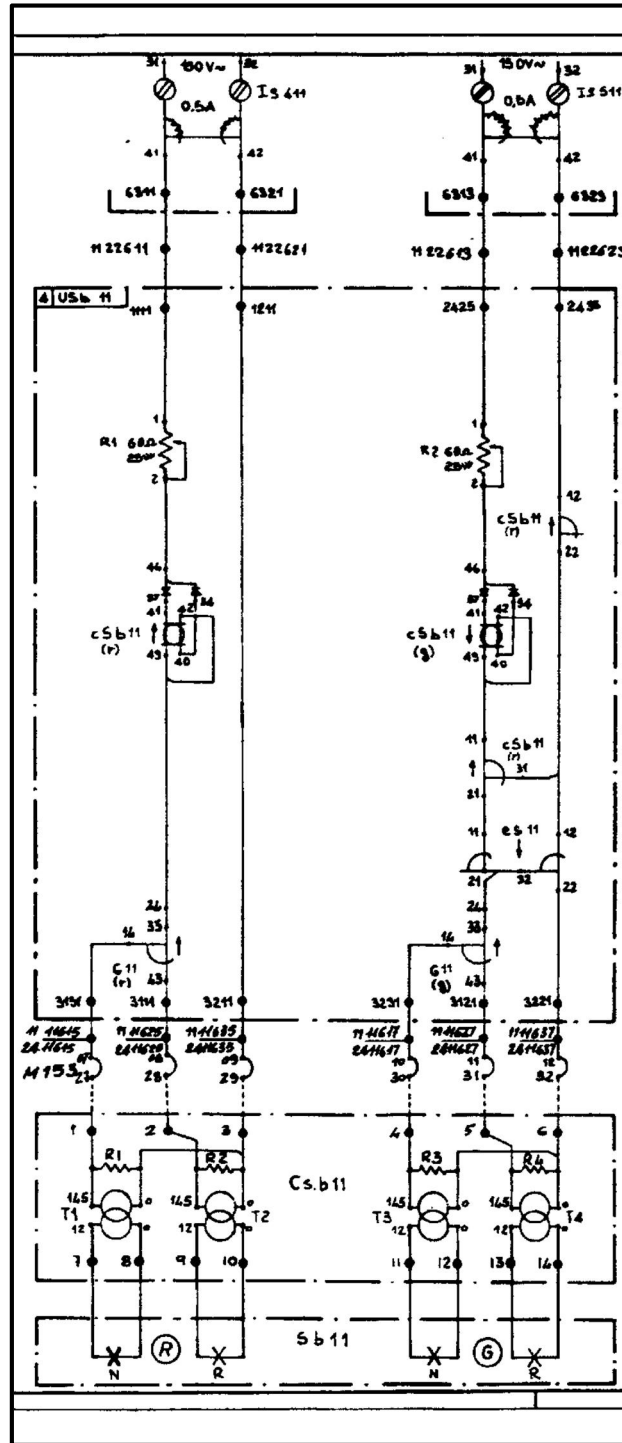


FIGURA 2 SCHEMA ACEI CONTROLLO SEGNALI FERMATA

I relè H, quando sono eccitati, fanno sì che il segnale abbia l'aspetto "giallo" (quindi lampada ad incandescenza di colore giallo). I relè H, quando sono diseccitati, fanno sì che il segnale abbia l'aspetto "rosso" (quindi lampada ad incandescenza di colore rosso).

I relè D, quando sono eccitati, fanno sì che il segnale abbia l'aspetto "verde" (quindi lampada ad incandescenza di colore verde). I relè D, quando sono diseccitati, fanno sì che il segnale abbia l'aspetto "giallo" (quindi lampada ad incandescenza di colore giallo).

I relè di controllo gestiscono il corretto funzionamento delle lampade ad incandescenza. In particolare, tali relè, sono normalmente eccitati quando una lampada sta funzionando normalmente (è accesa). Si diseccitano quando la lampada ha dei malfunzionamenti (per es. si interrompe il filamento). Ciò accade perché i relè di controllo si eccitano al verificarsi delle seguenti condizioni:

- quando nel filamento della lampada passa una corrente tale da determinare un assorbimento di potenza pari a 20 Watt, nel caso sia applicata una tensione di 12 Volt in alternata. Questo è il caso di normale funzionamento della lampada. Quindi, se il filamento si danneggia, e la lampada non emette più luce, anche nel relè non scorre più la corrente necessaria a mantenerlo eccitato. Esso quindi, con lampada danneggiata, si diseccita.
- quando nel filamento della lampada passa una corrente tale da determinare un assorbimento di potenza pari a 25 Watt, nel caso sia applicata una tensione di 95 Volt in continua. Quindi, analogamente a prima, se il filamento si danneggia, il relè si diseccita.

Il funzionamento dei relè G è strettamente connesso a quello dei relè di controllo. Come è stato detto in precedenza, per ogni aspetto che può assumere un segnale, sono presenti due lampade: una primaria, che è attiva in condizioni di funzionamento normale, ed una lampada di riserva, che si accende nel caso la primaria si guasti.

Il relè G, in caso di malfunzionamento, si occupa della commutazione dalla lampada primaria a quella di riserva. Quando il relè di controllo si diseccita (poiché non "vede" più un assorbimento di potenza di 20 o 25 W, a seconda dei due casi, in quanto il filamento della lampada primaria si è danneggiato), anche il relè G, che normalmente è eccitato, si diseccita, e ciò provoca la commutazione dalla lampada primaria a quella di riserva. Quindi, il relè G vede la condizione di eccitazione/diseccitazione del relè di controllo per poter commutare, mentre il relè di controllo necessita di "vedere" un assorbimento di potenza (20 o 25 W) per poter rimanere eccitato.

Quando il filamento della lampada primaria si danneggia, lampeggia una specola sul banco di controllo dell'A.C.E.I. presso la stazione (accompagnata da un segnale acustico), e può quindi essere rilevata dal D.L. (oppure può essere rilevata dal Dirigente Centrale operatore del Traffico, D.C.T., presso la sala operativa di linea. Avviene poi la commutazione sulla lampada di riserva. Quando il personale di manutenzione sostituisce la lampada primaria, la specola lampeggia nuovamente (sempre accompagnata da segnale acustico), e premendo il tasto "ripristino filamento principale", viene ripristinata la condizione del relè G.

3 SPECIFICA TECNICA E FUNZIONALE DEI SEGNALI

3.1 SPECIFICA FUNZIONALE

La tecnologia LED ha raggiunto livelli e prestazioni tali da consentirne l'impiego in molti campi come alternativa alle lampade ad incandescenza con i seguenti vantaggi: maggiore durata e sicurezza nel funzionamento, e bassi costi di manutenzione.

In base alle descrizioni precedenti, i dispositivi di segnalamento luminoso a LED, che dovranno sostituire le lampade ad incandescenza, nei segnali Metropolitani, dovranno avere le seguenti caratteristiche.

Dovranno emettere luce nei colori rosso, giallo, verde, e bianco. Nei paragrafi precedenti, non si è citato l'uso del colore bianco, che in alcune situazioni viene però usato, ed è quindi necessaria la fornitura di dispositivi a LED con emissione di luce anche di colore bianco, oltre che per i tre colori principali precedentemente citati. In particolare, tali dispositivi di segnalamento luminoso, dovranno:

- emettere luce alla lunghezza d'onda di circa 505 nm, per ottenere luce di colore verde;
- emettere luce alla lunghezza d'onda di circa 620/630 nm, per ottenere luce di colore rosso;
- emettere luce alla lunghezza d'onda di circa 590 nm, per ottenere luce di colore giallo.

Nella Figura 3 si può vedere il diagramma C.I.E. (Commission International de l'Eclairage) di cromaticità, in cui si può osservare come dalle lunghezze d'onda sopra citate, si possono ottenere i rispettivi colori.

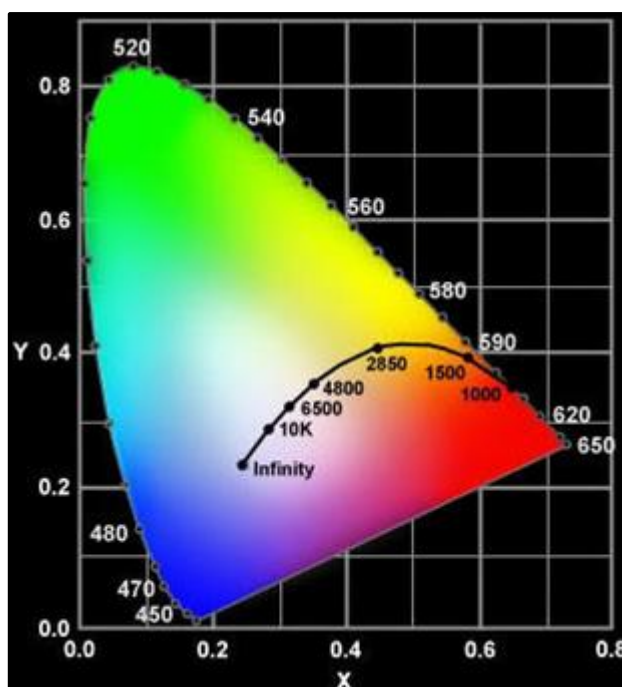


FIGURA 3 DIAGRAMMA CIE

Per ottenere luce di colore bianco, a titolo di esempio, si può drogare un L.E.D. che emette a circa 470 nm (colore blu) al massimo della luminosità (vedi Figura 3). I colori che dovranno emettere tali dispositivi dovranno comunque in ogni caso essere conformi alle norme:

- RFI – IS 393 dell'8 ottobre 1998;
- UNI 9296 dell'ottobre 1998 (dove viene definito il colore della luce emessa dall'apparecchiatura di segnalamento completa, indipendentemente dal metodo usato per ottenere luce colorata).

Tali dispositivi dovranno poter essere alimentati a 95 Volt in continua o a 12 Volt in alternata, per potersi adattare alle tensioni già presenti sui circuiti di alimentazione e controllo dei segnali, come già detto in 3.2.

Tale dispositivo inoltre, dovrà presentare un carico resistivo per simulare il consumo di una lampada ad incandescenza. Infatti, se così non fosse, il relè di controllo, che è normalmente eccitato poiché "vede" un assorbimento di potenza di 20 o 25 Watt a seconda dei due casi descritti in precedenza, vedrebbe un assorbimento di potenza minore (i dispositivi

a LED sono a basso consumo, con basse correnti di esercizio), e quindi sarebbe sempre diseccitato, compromettendo così il corretto funzionamento del circuito di alimentazione e controllo dei segnali, descritto in 3.2. Quindi sono previsti due carichi resistivi simulano lo stesso comportamento "elettrico" del sistema tradizionale, cioè della lampada ad incandescenza. Il carico resistivo permette quindi al dispositivo di segnalamento luminoso a LED, di essere compatibile con l'A.C.E.I. presente nelle stazioni metropolitane.

Tali dispositivi sono progettati per garantire l'affidabilità anche in ambienti particolari (quali le gallerie dove andranno posizionati i dispositivi a LED), sia dal punto di vista delle condizioni climatiche che dal punto di vista delle sollecitazioni meccaniche a livello di urti e vibrazioni.

I LED, che compongono la parte illuminante del dispositivo, sono installati su circuito stampato mediante processo SMD che sostituisce la parte ottica tradizionale del segnale.

I moduli, strutturalmente sono identici sia per entrambe le tensioni di alimentazione sia per qualsiasi colorazione.

La lampada a LED con le caratteristiche sopra descritte è progettata per la sostituzione delle lampade ad incandescenza nei semafori attualmente in esercizio.

Il dispositivo di segnalamento luminoso a LED ha le caratteristiche meccaniche perfettamente compatibili con la basetta porta lampade interna alla cuffia dei segnali luminosi esistenti.

Per ridurre al minimo l'eventualità di errori nel funzionamento di tali dispositivi a segnalamento luminoso, sempre nell'ottica di raggiungere livelli elevati di affidabilità, i connettori di interfaccia tra i due moduli (circuito per il controllo dei LED e supporto rigido ove sono posizionati i LED stessi) hanno le medesime dimensioni di ingombro e elevate caratteristiche di resistenza ad urti e vibrazioni (a norme MIL).

3.2 SPECIFICA TECNICA

Di seguito si illustrano le specifiche tecniche relative ai dispositivi di segnalamento luminoso a LED, illustrando le caratteristiche del dispositivo alimentato a 12 VAC, di cui si riporta lo schema a blocchi in Figura 4, e le caratteristiche del dispositivo a 95 VDC, di cui si riporta lo schema a blocchi in Figura 5.

I dispositivi sono costituiti dai seguenti moduli.

3.2.1.1 MODULO DI INGRESSO

Due filtri AC/DC, per la conversione da alternata a continua che potranno essere composti da un circuito raddrizzatore a ponte dotato di protezione contro i transitori e di filtraggio della componente alternata. Tali filtri sono necessari solo per il segnale a LED alimentato a 12 VAC, come si vede in Figura 4.

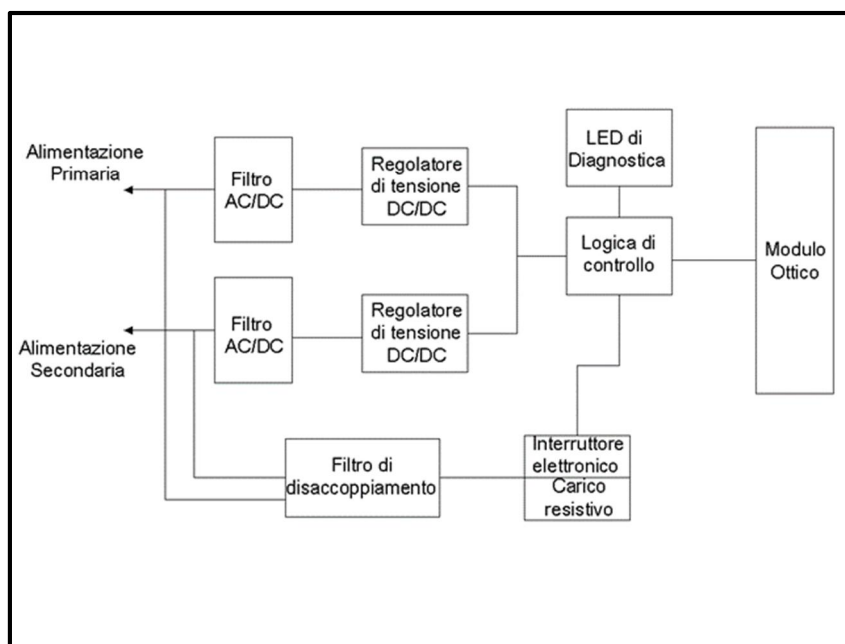


FIGURA 4 SCHEMA BLOCCHI ALIM 12VAC

Due filtri RC con circuito di protezione la cui funzione è quella di filtrare la componente alternata con protezione dei transistori in ingresso e inversione di polarità per ogni singolo alimentatore. Tali filtri sono necessari solo per il semaforo a LED alimentato a 95 VDC, come si vede in Figura 5.

3.2.1.2 ALIMENTAZIONE

L'alimentazione è costituita da due convertitori DC/DC flyback utilizzati sia per il semaforo a LED alimentato a 95 VDC sia per quello alimentato a 12 VAC. Ogni convertitore è costituito da un alimentatore ridondato a ingressi indipendenti per l'alimentazione primaria e per l'alimentazione secondaria. Tale modulo fornisce alla logica di controllo del dispositivo la massima stabilità della tensione. L'uscita del convertitore è dotata di protezione per eventuali sovraccarichi e/o corto circuiti. Gli alimentatori hanno elevata affidabilità.

Un filtro di disaccoppiamento per il segnale a LED alimentato a 12 VAC.

Un filtro di disaccoppiamento per il segnale a LED alimentato a 95 VDC.

Un interruttore elettronico, comandato dalla logica elettronica, e collegato ad una resistenza di carico. Tale modulo è presente sia nel semaforo a 95 VDC che in quello a 12 VAC.

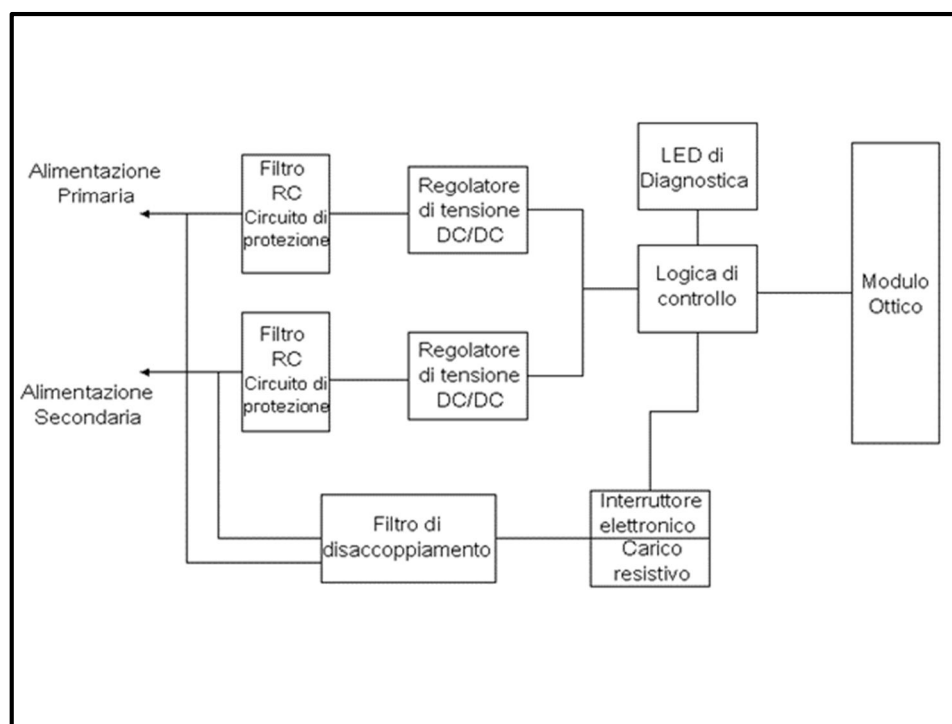


FIGURA 5 SCHEMA BLOCCHI ALIM 95VCC

Un carico resistivo: quando è attivato il valore del carico è tale da dissipare una potenza pari a circa 20 o 25 Watt, a seconda che si tratti del modulo a 12 VAC o del modulo a 95 VDC; questo carico fittizio simula, in questo modo, il comportamento di una lampada ad incandescenza. Tale modulo è uguale sia nel segnale a 95 VDC che in quello a 12 VAC.

3.2.1.3 MODULO OTTICO

Il modulo ottico è fondamentalmente composto dal circuito a LED.

Il circuito a LED sarà formato da un numero variabile di LED (minimo 20) in relazione al colore. I LED potranno essere configurati indipendentemente dal colore e dalla tensione di alimentazione e si potrà avere un collegamento in parallelo di diversi rami, ciascuno composto da un certo numero di LED e da una resistenza in serie per la limitazione della corrente su ogni ramo. In tal modo, se un ramo dovesse interrompersi, la configurazione in parallelo garantisce il funzionamento dei rami restanti.

La logica di controllo svolgerà le seguenti funzioni:

- controllo della corrente che scorre sul circuito a LED;

- controllo della sorgente di alimentazione (primaria – secondaria);
- programmazione della percentuale di rendimento per l'intervento del carico fittizio;
- attivazione del carico fittizio;
- diagnostica mediante segnalazione a LED.

Il LED di diagnostica controllato dalla logica di controllo permetterà di conoscere lo stato di funzionamento del circuito.

Le segnalazioni potranno essere le seguenti:

- LED illuminato fisso: circuito a LED acceso con alimentazione Primaria e carico fittizio attivato;
- LED con lampeggio lento: circuito a LED acceso con alimentazione Secondaria e condizioni di rendimento minore del 30 % con carico fittizio attivato;
- LED con lampeggio veloce: circuito a LED acceso con alimentazione Secondaria per guasto del circuito di alimentazione primaria.

3.2.1.4 CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Le caratteristiche elettriche dei dispositivi a segnalamento luminoso a LED sono descritto di seguito.

Modulo a 12 VAC:

- tensione di alimentazione: 12 VAC (+/- 10%);
- massima potenza assorbita: 20 W (+/- 10%);
- temperatura di esercizio: -25 C° / +80C°.

Modulo a 95 VDC:

- tensione di alimentazione: 65 / 125 VDC (+/- 10%);
- massima potenza assorbita: 25 W (+/- 10%);
- temperatura di esercizio: -25 C° / +80C°.

Entrambe le tipologie di moduli a 12 VAC e 95 VDC dovranno essere protette contro l'inversione di polarità e i transitori di tensione potenzialmente presenti lungo la linea.

3.2.1.5 CARATTERISTICHE MECCANICHE

Il modulo a LED ha le seguenti dimensioni meccaniche 140mm x 130mm x 100mm.

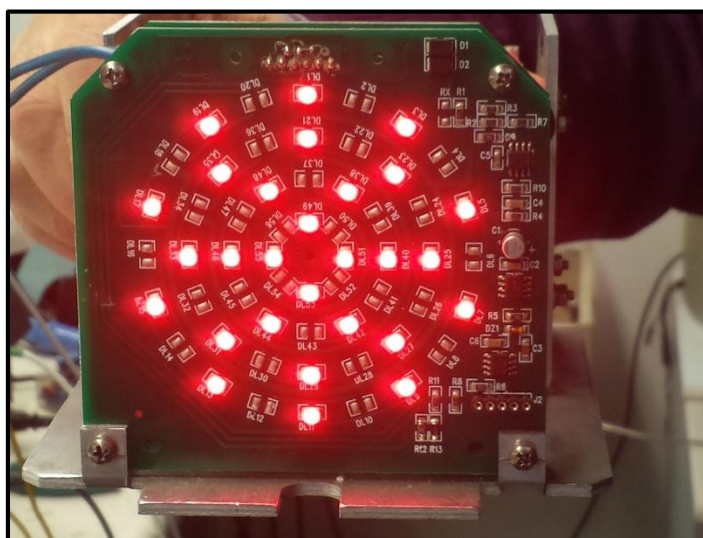


FIGURA 6 FOTO LAMPADA A LED

Il modulo a LED può essere inserito all'interno della struttura meccanica con lente rotonda con colorazione rossa verde e gialla. Sempre la medesima lampada può essere inserita all'interno di cassa quadrata per segnali di protezione con colore bianco.

Nella figura 7 è riportato un esempio di segnale alto a due luci a vela tonda con cassa stagna IP55 (possibile la versione IP65) adatta alla installazione in galleria.

Possibile avere la soluzione con vela quadrata per segnale di precedenza.



FIGURA 7 SEGNALE ALTO METROPOLITANA

3.2.1.6 CARATTERISTICHE RAM

Il calcolo dell'MTBF è stato eseguito facendo riferimento al Military Handbook Reliability Prediction of Electronic Equipment (MIL-HDBK-217F).

MTBF: 200.000 ore