

INDICE

5	IMPIANTO ELETTRICO DI FUNIVIA.....	3
5.1	Definizioni.....	3
5.1.1	Impianto elettrico di funivia.....	3
5.1.2	Principi di sicurezza funiviaria.....	4
5.1.3	Principali componenti di un sistema di sorveglianza di impianto.....	6
5.1.4	Organizzazione di un sistema di sorveglianza.....	8
5.2	Le fonti normative.....	9
5.3	L'evoluzione dell'architettura di un sistema di sorveglianza.....	10
5.3.1	Le architetture antecedenti alle UNIFER CEI.....	10
5.3.2	Le architetture previste dalle UNIFER CEI.....	10
5.3.3	Le architetture delle PTS i.e.....	10
5.3.4	Le norme europee sui sistemi di sorveglianza.....	11
5.4	Le principali funzioni di sicurezza.....	11
5.4.1	Famiglia delle velocità.....	11
5.4.2	Famiglia della coppia/corrente.....	12
5.4.3	Famiglia dell'argano.....	13
5.4.4	Famiglia del tensionamento.....	14
5.4.5	Famiglia degli azionamenti.....	15
5.4.6	Famiglia degli azionamenti elettrici.....	15
5.4.7	Funzione delle sicurezza di linea (circuito di sicurezza).....	16
5.4.8	Altre protezioni.....	18
5.4.9	Funzioni per recupero e soccorso.....	19
5.5	Il sistema di frenatura.....	21
5.5.1	Composizione del sistema di frenatura e sue attività.....	21
5.5.2	Requisiti dei sistemi frenanti e delle azioni frenanti.....	22
5.5.3	Successione delle azioni frenanti.....	23
5.5.4	Guasti e reazioni ai guasti.....	27
5.5.5	Funzioni di controllo dei freni.....	27
5.5.6	Tipo di frenatura per funzione di sicurezza.....	29
5.6	Il sistema informativo dell'impianto (segnalazioni).....	31
5.6.1	Le fonti normative.....	32
5.6.2	Segnalazioni fondamentali.....	32
5.7	L'alimentazione dei servizi di sicurezza (a 24 V).....	35
5.7.1	Generalità.....	35
5.8	Lo smistamento.....	37
5.9	L'impianto elettrico di una sciovia.....	37

5.10	L'impianto elettrico di un ammorsamento permanente	38
5.11	L'impianto elettrico di un ammorsamento temporaneo	38
5.11.1	L'architettura specifica di un ammorsamento temporaneo	38
5.11.2	Funzioni per ammorsamenti temporanei.....	38
5.12	L'impianto elettrico di una funivia bifune	40
5.12.1	L'architettura specifica delle funivie bifune.....	40
5.12.2	Funzioni per bifuni	41
5.13	La lettura degli schemi elettrici	44
5.13.1	Principi di base	44
5.13.2	I principali componenti e i loro simboli (nomenclatura italiana).....	46
5.13.3	I principali componenti e i loro simboli (nomenclatura CE)	54
5.13.4	Applicazioni pratiche agli impianti a fune (secondo la nomenclatura italiana).....	63
5.13.1	Applicazioni pratiche agli impianti a fune (secondo la nomenclatura EN)	72

I circuiti di distribuzione collegano i circuiti di trazione e di smistamento agli interruttori generali di funivia allacciati alle sorgenti di energia. Ad esempio i cavi quadripolari che dall'interruttore generale terminano nell'armadio di potenza (dove è ubicato il ponte convertitore o l'inverter) fanno parte di questo circuito.

Il circuito di trazione è quello destinato a **gestire l'energia elettrica** per la movimentazione delle funi di trazione. Normalmente esso è costituito dai ponti convertitori o inverter e dai motori elettrici, e pertanto è trattato nel Capitolo 4.

Il circuito di smistamento è destinato a **diramare l'alimentazione** (proveniente dalla sorgente di energia attraverso il circuito di distribuzione) alle altre utenze dell'impianto elettrico di funivia non facenti parte del circuito di trazione. Fanno quindi parte di questo circuito i selettori, i cavi, le diramazioni che si trovano nell'armadio cosiddetto di smistamento.

I circuiti ausiliari sono destinati a **gestire l'energia elettrica** per scopi diversi dalla trazione, ossia per l'alimentazione delle utenze ausiliarie, necessarie per il funzionamento dell'impianto. Sono compresi tra questi, ad esempio, i motori ausiliari, gli attuatori, gli alimentatori ed i convertitori impiegati per le linee di alimentazione di sicurezza, per le apparecchiature elettroniche e analoghe (ad esempio pompa del tenditore e del riduttore, cancelletti, tappeto di imbarco, ecc ...), nonché gli equipaggiamenti relativi ad eventuali magazzini motorizzati per il ricovero dei veicoli.

I circuiti di sorveglianza (e comando e regolazione) sono circuiti elettrici che provvedono a comandare e a regolare la marcia dell'impianto o il funzionamento di sue parti, ivi compreso il sistema di frenatura. Ad esempio, le cosiddette "logiche" (ovvero i plc addetti alla esecuzione dei programmi di regolazione e controllo) fanno parte di questi circuiti, come anche le schede dei freni o del tenditore idraulico.

I circuiti di segnalazione, misura e telecomunicazione sono circuiti elettrici che provvedono, rispettivamente, a:

- segnalare i principali stati di normalità e di anormalità dell'impianto;
- misurare le grandezze fisiche necessarie al controllo delle condizioni di funzionamento;
- consentire la comunicazione tra gli operatori e fra questi ed il pubblico.

Va detto che una separazione netta dei circuiti è disagevole. Si tratta perlopiù di una suddivisione logica che permette di capire che cosa accade all'interno dei quadri elettrici di una funivia e di capire il funzionamento della macchina.

In questo capitolo si parlerà soprattutto dei circuiti di sorveglianza, e dei principi che stanno alla base della loro progettazione.

5.1.2 Principi di sicurezza funiviaria

5.1.2.1 Il rischio

Il rischio è la grandezza correlata alla **probabilità** che un evento rischioso si verifichi, producendo un **danno**, e all'**entità** del danno atteso.

Il danno è la potenziale conseguenza derivante da un evento rischioso, riconducibile, nel caso di una persona, a lesioni o alla menomazione dello stato di salute e, nel caso di un bene, alla riduzione del suo valore economico. Ovviamente un evento rischioso può produrre diversi danni di entità differente, ma in genere è studiato il danno peggiore.

In pratica il rischio è definito come il prodotto del danno per la probabilità dell'evento rischioso che genera il danno e per la probabilità di danno nel caso che l'evento si verifichi.

In termini matematici è così rappresentato:

$$R = p_1 \times p_2 \times D$$

Dove R è il rischio, p_1 è la probabilità che si verifichi l'evento rischioso, p_2 è la probabilità che al verificarsi dell'evento si produca un danno, D è il danno atteso.

Per fare un esempio concreto immaginiamo uno sciatore che percorre una pista nera.



Figura 2 – sciatore non preparato

Immaginiamo che il danno sia una ferita grave (ginocchio distorto, trauma cranico) tale da comportare una prognosi di almeno 40 giorni. Il danno è quindi la ferita grave.

L'evento rischioso che genera il danno è una caduta, che non occorre ad ogni discesa, ma solamente ogni tanto (ecco il concetto di "probabilità dell'evento rischioso che genera il danno").

La caduta poi di per sé non è detto che produca il danno atteso: tutto potrebbe risolversi con una risata! Ma c'è una probabilità che il danno si verifichi a seguito dell'evento rischioso.

Ogni fattore è stato quantificato con dei numeri.

Ad esempio in generale la morte è quantificata come danno di valore estremamente più alto del danno dovuto ad una ferita lieve.

Anche per le probabilità si danno dei fattori in funzione della loro occorrenza.

Il rischio è proprio la moltiplicazione di questi fattori.

Normalmente il rischio si definisce con dei numeri, oppure, in forma più semplificata, con dei colori (verde = basso, giallo = medio, rosso = alto)

Le norme, o il progettista stesso, danno dei limiti al valore (o al colore) del rischio da non superare.

Se il progettista scopre di essere al di sopra di questo limite, deve porre in essere delle misure per limitare questo rischio, agendo su tutti e tre i fattori sopra richiamati: danno, probabilità dell'evento e probabilità del danno.

Tornando all'esempio sopra richiamato il danno può essere mitigato con delle protezioni: casco, parascienza, ginocchiere...

La probabilità di caduta può essere mitigata con il controllo dell'attrezzatura (lamine, attacchi ben regolati) oppure con una corretta informazione (cartelli di presenza ghiaccio, segnalazione della difficoltà della pista) o con una corretta battitura delle piste.

La probabilità del danno, in caso di caduta, non pare essere facilmente mitigabile, ma una buona preparazione fisica dello sciatore e l'allenamento alla caduta, possono mitigare anche questo fattore.



Figura 3 – sciatore preparato

In generale, esulando per un momento dall'esempio riportato sopra, ogni rischio può essere mitigato in diversi modi: progettazione, controllo, comportamenti.

Anche gli impianti a fune seguono queste regole basilari.

E in questo capitolo si tratteranno in particolare le funzioni progettate per mitigare i principali rischi che occorrono sugli impianti a fune.

5.1.2.2 Mitigazione dei rischi

Un impianto di trasporto a fune è esposto alla possibilità che si verifichino circostanze o fatti, di natura meccanica od elettrica, i quali possono comportare o meno, a seconda dei provvedimenti presi e della loro tempestività, l'insorgere di eventi rischiosi, ossia potenzialmente dannosi, per le persone e per i materiali.

E' compito dei progettisti dell'impianto funiviario esaminare tali circostanze, valutare l'entità dei rischi conseguenti e stabilire le misure necessarie a ridurre i rischi al livello accettato.

I rischi devono anzitutto essere ridotti il più possibile mediante analisi e conseguente adozione di adeguate soluzioni di progetto e costruttive, in ogni parte dell'impianto.

Quando un rischio non è mitigabile attraverso misure progettuali (ad esempio, nel caso dell'attacco del veicolo alla sospensione di una seggiovia, progettando correttamente il perno, oppure raddoppiando il componente), si ricorre a sistemi di sorveglianza automatica mediante il controllo e la rilevazione di grandezze (ad esempio velocità, posizione, temperatura...) che arrestano l'impianto a fune se tali parametri fuoriescono da una finestra di ammissibilità. Tali sistemi hanno livelli di complessità e affidabilità diversi in funzione di quale è l'evento da sorvegliare.

Infine gli operatori e gli utenti sono informati dei rischi che possono permanere nonostante le azioni precedenti, nonché dei comportamenti da tenere nelle diverse modalità di esercizio.

Come specificato, i livelli di complessità delle funzioni di sorveglianza possono essere diversi. Ad esempio, il livello richiesto per la funzione che controlla la temperatura dell'olio del riduttore necessiterà di un livello di complessità e di affidabilità ben diverso da quello richiesto alla funzione che controlla il corretto ammassamento di un veicolo: infatti le conseguenze sulle persone (danno) sono ben diverse, a prescindere dalle probabilità di danno o di accadimento dell'evento.

Negli impianti certificati questi livelli vanno da 1 (basso, indicato come AK1) a 4 (elevato, indicato come AK4). Negli impianti antecedenti la Direttiva europea (prima del 2004) vi sono invece due livelli, uno "di protezione" e uno "di sicurezza".

Le modalità più comuni per raggiungere un elevato livello di sicurezza delle funzioni elettriche di controllo di un impianto a fune sono state storicamente:

- la **ridondanza**, cioè far eseguire lo stesso controllo a due elementi simili ma non uguali e confrontarne il risultato;
- il **test**, cioè controllare periodicamente che la funzione sia perfettamente funzionante;
- aumentando l'**affidabilità** dei componenti che svolgono la funzione, cioè scegliendo dei componenti che non si rompono facilmente e che non sbagliano la rilevazione. In particolare, con la normativa europea la sicurezza è raggiunta con componenti sempre più affidabili, a bassissimo tasso di guasto e costruiti per eseguire calcoli e funzioni di sicurezza senza errori (unità di elaborazione fail safe), senza più ricorrere alla ridondanza dei componenti.

5.1.3 Principali componenti di un sistema di sorveglianza di impianto

Il **sistema di sorveglianza** è l'insieme dei **circuiti** di sorveglianza, di alimentazione, di segnalazione, misura e comunicazione che operano insieme per gestire le **funzioni** di controllo e di sicurezza che sono ad esso affidate dal progettista dell'impianto, dopo che sia stata fatta la valutazione dei rischi e delle misure da prendere per mitigare tali rischi.

Il sistema di sorveglianza è costituito da tutte le parti che consentono di rilevare, secondo criteri prestabiliti ed in modo manuale od automatico, la comparsa di condizioni irregolari, e di comandare delle specifiche azioni (quasi sempre l'arresto dell'impianto).

Come si può intuire, un sistema di sorveglianza è composto fondamentalmente da parti appartenenti ai diversi circuiti definiti nel § 5.1.1:

- Alimentazione;
- Elementi per la misura;
- Elementi per la gestione del segnale;
- Elementi per richiedere all'impianto di svolgere una azione (frenatura, decelerazione, accelerazione...);
- Elementi di segnalazione al personale.

Come vedete, quasi tutti i circuiti descritti al § 5.1.1 sono coinvolti.

Ogni parte utilizza dei componenti elettrici specifici.

Ad esempio per l'alimentazione sono utilizzati cavi, raddrizzatori, trasformatori, fusibili, alimentatori, interruttori ecc.

Per la misura si utilizzano microinterruttori (per rilevare una posizione), proximity, encoder, pressostati, celle di carico, trasduttori di pressione ecc.

Per la gestione del segnale si utilizzavano catene di relé sino a quando esse sono state superate dai sistemi a logica statica (i cosiddetti plc o semplicemente "logiche").

Per richiedere all'impianto di svolgere una funzione si utilizzano relé speciali, oppure anche solo una comunicazione diretta tramite cavo (LAN, BUS) tra i plc del sistema di sorveglianza e gli elementi operatori (ponti raddrizzatori, attuatori...).

Per la segnalazione si utilizzano luci, segnalazioni acustiche e segnalazioni sui monitor dei pc.

All'interno del sistema di sorveglianza possono essere riconosciuti, da un punto di vista logico, degli elementi, che di fatto compongono le catene che svolgono una funzione di protezione o di sicurezza.

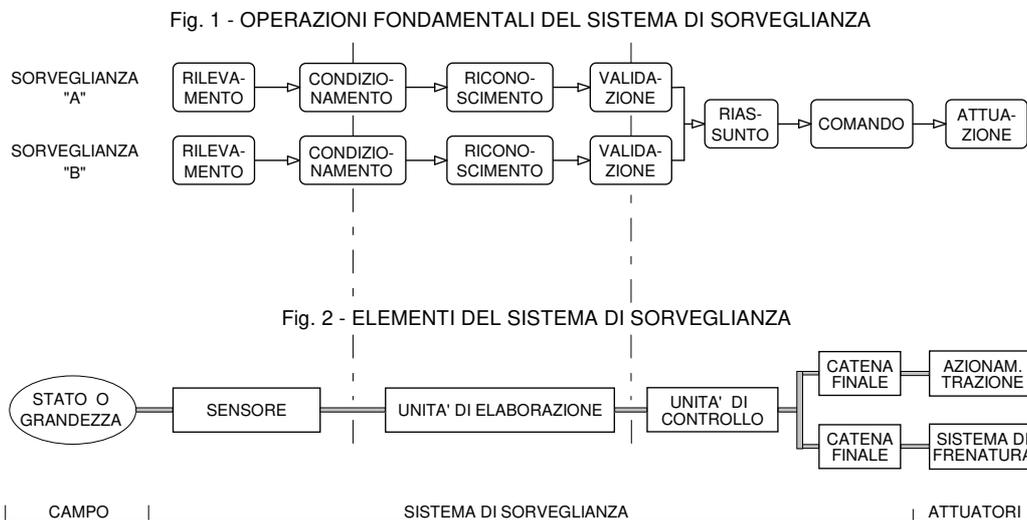


Figura 4 – catena logica e elementi del sistema di sorveglianza

Per esempio il dispositivo di sorveglianza della massima velocità è così composto: da una linea di alimentazione a 24 V (con i suoi cavi, fusibili, trasformatori...), da un encoder, da un elemento di elaborazione del segnale (schede, plc, relé vari...), da un relé finale che indica ad un attuatore (il freno meccanico) di arrestare l'impianto.

Poiché si tratta di una funzione di sicurezza vi sono due catene di elementi che eseguono la funzione in parallelo, secondo il principio della ridondanza.

I risultati dei due dispositivi (sia in termini di velocità rilevata, ma anche in termini di azione comandata) sono confrontati tra loro.

I dispositivi sono poi sottoposti a test periodici, sia “in bianco” (cioè simulando che l'impianto, anche se fermo, vada in sovravelocità) sia con prova reale (quest'ultima con frequenza mensile o annuale).

5.1.4 Organizzazione di un sistema di sorveglianza

La normativa italiana precedente alla Direttiva europea ha definito in modo molto preciso come è organizzato il sistema di sorveglianza.

In particolare ha richiesto, sulla base del principio di ridondanza, che il sistema dovesse avere almeno due catene di dispositivi che eseguono, in modo indipendente, una funzione di sicurezza.

Di questi, almeno uno è a logica cablata, cioè basato su catene di relé.

Oggi giorno, l'evoluzione dell'elettronica, ed in particolare dei plc, permette di avere un unico plc che fa tutto da solo, con livelli di sicurezza molto elevati. Le norme europee lasciano poi spazio ai progettisti nel scegliere l'architettura ottimale. Le norme europee non sono più prescrittive (cioè che dicono esattamente come fare) come quelle italiane, ma prestazionali (cioè che dicono che livello di prestazione e sicurezza deve essere raggiunto).

Nello schema che segue viene mostrato quanto richiesto dalle norme italiane antecedenti la Direttiva, cioè come per una funzione di sicurezza (chiamata “A”, “B” e “C”) sia necessario avere due canali. Uno deve essere “a logica cablata (canale 1)” cioè fatto con poca elettronica e molti relé, l'altro può essere anche “a logica statica (canale 2)”, cioè realizzato utilizzando l'elettronica programmabile.

Va segnalato che all'interno di un dispositivo a logica cablata sono ammessi anche elementi elettronici programmabili (nella figura chiamati “elemento HW monofunzionale”) purché svolgano solo una funzione di sicurezza specifica.

Entrando nel dettaglio della figura, si vede come per una funzione di sicurezza (ad esempio la “A”), servono due dispositivi di sicurezza: il primo è cablato ed è composto da un sensore (A1) che preleva la grandezza da controllare, da una schedina di elaborazione (“elemento HW monofunzionale”) che elabora il segnale e lo confronta con la finestra di ammissibilità impostata al collaudo, e da un relé finale (cerchio con scritto al suo interno A1) il cui contatto diseccita un ulteriore relé (cerchio con scritto al suo interno 1) il quale attua un'azione sui freni (F1) e (F2) o sul motore (M).

La medesima funzione può essere svolta da un dispositivo statico: il canale 2 infatti, a differenza dell'1, utilizza per l'elaborazione un plc (“elemento HW polifunzionale”) che svolge molte altre funzioni di sicurezza (nell'esempio oltre alla funzione “A”, svolge anche la “B” e la “C”) ed è lo stesso plc, per il tramite dei relé 3 e 4, che direttamente richiede un'azione al freno o al motore.

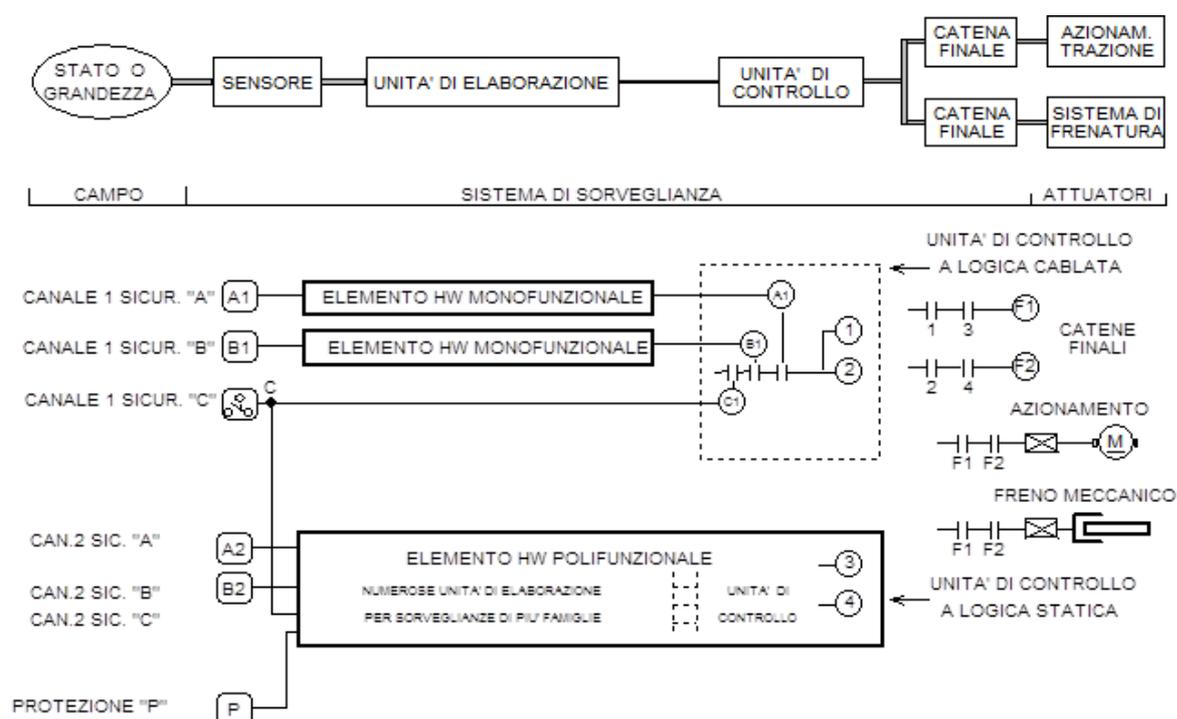


Figura 5 – sistema con una unità di controllo a logica statica ed una a logica cablata

In conclusione va quindi ricordato che:

- prima dell'avvento dei plc, le architetture erano formate da due canali a logica cablata (cioè con relé);
- con l'arrivo dei plc in Italia era richiesto almeno un canale in logica cablata e uno in statica, anche se i costruttori ne mettevano, per ragioni di disponibilità, due statici (con due plc distinti) e uno cablato;
- con la Direttiva europea, pur mantenendo per molte funzioni doppi sensori, si utilizza un solo plc, ma di grande affidabilità e sicurezza (chiamato "fail safe", cioè senza errori) che fa tutto da solo.

Sul territorio valdostano sono presenti tutte e tre le architetture citate.

5.2 Le fonti normative

Quali sono le norme di riferimento per la costruzione e la gestione dei sistemi di sorveglianza?

Possiamo ricordare 3 norme fondamentali:

- dal 1985 al 2002: le UNIFERCEI. Sono le norme che hanno indicato in modo prescrittivo come deve essere realizzato l'impianto elettrico di funivia. Sono state il riferimento sino all'avvento dei plc industriali, che hanno preso piede a partire dal 1990.
- dal 2002 ad oggi per gli impianti ante CE: le PTS i.e.. Sono state le norme che hanno definito i sistemi di sorveglianza quando i plc e l'elettronica hanno invaso l'ambito degli impianti a fune. Sono state utilizzate già prima della loro emanazione in forma di bozza. Gli impianti costruiti a partire dai primi anni '90 sino al 2004 hanno seguito questa norma.
- dal 2005 ad oggi: la EN 13243. Si tratta della normativa europea utilizzata come riferimento dai costruttori per gli impianti certificati. Come detto è una norma prestazionale e non prescrittiva che lascia spazio ai progettisti per migliorare e ottimizzare l'impianto.

5.3 L'evoluzione dell'architettura di un sistema di sorveglianza

5.3.1 Le architetture antecedenti alle UNIFER CEI

Prima dell'emanazione delle UNIFER CEI, le norme di riferimento per la progettazione dei sistemi di sorveglianza erano inserite all'interno delle PTS specifiche per ogni tipologia di impianto. Non vi erano indicazioni di dettaglio e venivano semplicemente richiamati dei principi e le principali funzioni di sicurezza da prevedere.

Si trattava di architetture a logica cablata, non sempre erano previsti canali ridondati e talvolta nemmeno erano presenti test sulle funzioni di sorveglianza. In alcuni casi venivano ridondati i soli relé finali delle catene di arresto e qualche protezione importante.

5.3.2 Le architetture previste dalle UNIFER CEI

Le UNIFER CEI hanno introdotto alcuni concetti fondamentali, nonché definito le parti del sistema e i circuiti di cui erano fatti.

Erano quindi introdotti: il principio della ridondanza (cioè due catene che svolgono la stessa funzione di sicurezza), il test all'avviamento (cioè il controllo dell'efficienza delle catene di sicurezza prima di avviare l'impianto), il ripristino manuale delle protezioni intervenute (e quindi l'obbligo di controllare che tutto sia a posto), le modalità di alimentazione dei circuiti (con separazione delle linee che alimentano il freno di emergenza da quello di servizio), le caratteristiche dei circuiti di sicurezza (cioè dei circuiti che realizzano funzioni di sicurezza), le condizioni di impiego dei circuiti e i principi per la protezione dei lavoratori contro i contatti diretti ed indiretti, nonché un primo elenco delle protezioni (non ancora chiamate funzioni di sicurezza) fondamentali.

Veniva poi data attenzione alle caratteristiche dei componenti che dovevano avere elevata affidabilità e resistenza.

Osservando gli schemi elettrici degli impianti di questa generazione si nota la presenza dei due canali di logica cablata per alcune funzioni di sicurezza basilari, quali ad esempio la massima e minima velocità e la massima coppia.

5.3.3 Le architetture delle PTS i.e.

Le PTS i.e. introducono per la prima volta il canale statico, ovvero un canale che utilizza dei plc industriali per la gestione multipla delle funzioni di sicurezza previste per un impianto.

Le PTS i.e. fotografano lo stato dell'arte di quegli anni e descrivono, in grande dettaglio, come è realizzato un sistema di sorveglianza.

In particolare le PTS i.e. oltre a dare rigorosamente le definizioni dei componenti, degli stati e delle azioni, precisano i principi fondamentali di sicurezza alla base della realizzazione di un sistema di sorveglianza.

Sono poi descritte le modalità realizzative dei sistemi di sorveglianza (anche a livello di software), le modalità di test e prova e le modalità di comando e funzionamento degli impianti.

Le PTS i.e. elencano e descrivono nel dettaglio la quasi totalità delle funzioni di protezione e di sicurezza che possono essere richieste su un impianto a fune: **è la parte che più interessa ad un Capo servizio**, il quale si confronta giornalmente con queste funzioni, e quindi ne deve conoscere le ragioni dell'esistenza ed il funzionamento.

Un'altra sezione importante è la descrizione del sistema frenante dell'impianto e le sue modalità di azione.

Circa gli azionamenti sono prescritte le configurazioni necessarie al funzionamento di un impianto.

Altri capitoli trattano i circuiti di segnalazione e di distribuzione e di alimentazione dei circuiti di sicurezza.

In definitiva le PTS i.e. riassumono in un unico testo lo stato dell'arte dei sistemi di sorveglianza degli impianti a fune ante Direttiva europea.

5.3.4 Le norme europee sui sistemi di sorveglianza

La norma di riferimento è la EN 13243. Seguirla in toto è presunzione di rispondenza ai requisiti essenziali della Direttiva, cioè ai principi fondamentali di sicurezza degli impianti a fune.

La EN 13243, diversamente dalle norme italiane, non entra nel dettaglio costruttivo delle apparecchiature elettriche ma definisce le prestazioni attese.

Nella prima parte sono riportate le definizioni, i principi di sicurezza e le misure di sicurezza da adottare. In particolare, in funzione del livello di rischio atteso, sono definite 4 classi di requisiti da adottare.

Queste quattro classi (AK1, AK2, AK3 e AK4) sono la base per la progettazione dei sistemi di sorveglianza: infatti il progettista generale dell'impianto deve individuare le funzioni richieste dall'impianto funiviario al sistema di sorveglianza e determinarne la classe. Il costruttore elettrico dovrà poi costruire il sistema rispettando i requisiti previsti da ogni classe, oltre che i requisiti per il buon funzionamento del sistema stesso.

5.4 Le principali funzioni di sicurezza

Le funzioni di sicurezza sono preposte alla verifica del rispetto dei prefissati limiti di sicurezza, riguardanti le condizioni di sollecitazione dei componenti attivi (sforzo delle molle delle morse, tensione della fune), le condizioni di moto dell'impianto (velocità, senso di marcia), lo stato e le condizioni di lavoro di alcune parti dell'impianto (tappeto di imbarco in moto, stato di funzionamento dei cancelletti). Nel caso che detti limiti vengano superati le funzioni di sicurezza provocano l'arresto automatico dell'impianto.

A prescindere dalla normativa di riferimento, è possibile individuare alcune famiglie di funzioni di sicurezza ricorrenti per tutte le tipologie di impianti.

5.4.1 Famiglia delle velocità

Le protezioni di questa famiglia riguardano il controllo della velocità dell'impianto.

Ci sono diversi elementi che necessitano di un controllo di velocità, al fine di mitigare i rischi di eventi anomali quali la sovravelocità, l'arresto intempestivo o la deriva di velocità: su un impianto a fune sono controllate ad esempio le velocità di: fune, motori, tappeti di imbarco/allineamento, travi di accelerazione e decelerazione, per citare gli elementi più importanti.

Le analisi di sicurezza degli impianti moderni evidenziano i rischi a cui si può incorrere se la velocità di questi elementi non viene controllata: nel caso di sovravelocità dell'impianto il danno può anche essere la morte. È di tutta evidenza che molte delle funzioni di questa famiglia sono "di sicurezza" (quindi ridondate) ovvero, per gli impianti in certificazione, di livello elevato (AK3 o AK4).

Sovravelocità elettrica (funzione di sicurezza). Interviene per ogni valore di velocità di marcia superiore ad una % della velocità nominale prevista nel modo di esercizio in atto (cioè estate/inverno, principale/riserva); in generale opera in entrambi i sensi di marcia.

Negli impianti con azionamento a velocità regolata caratterizzati da velocità nominali elevate (quali le funivie bifune) è opportuno, nei limiti tali da non produrre arresti intempestivi, che la soglia sia tarata a valori molto bassi (tipicamente al 105%).

L'adeguamento dei valori di soglia dovrebbe avvenire, in modo automatico, contestualmente alle commutazioni tra azionamento principale e di riserva, tra marcia invernale ed estiva e tra movimento di marcia avanti ed indietro, modalità che prevedono, di norma, velocità nominali diverse. L'adeguamento non è invece richiesto nei casi di comando automatico o manuale di rallentamento, né in quelli di marcia con penalizzazione di velocità.

L'arresto avviene col freno meccanico di servizio.

I dispositivi che realizzano la sorveglianza sono sottoposti al test all'avviamento e periodicamente a prova in bianco.

La sorveglianza elettrica di sovravelocità non è richiesta per l'azionamento di recupero.

L'azionamento di soccorso - ove esista - è dotato di una sorveglianza elettrica di sovravelocità analoga, agente sul proprio freno, la quale costituisce una funzione di protezione.

Sovravelocità meccanica (funzione di sicurezza). Chiamata anche "dispositivo a forza centrifuga", controlla la velocità dell'impianto riportata meccanicamente dalla puleggia motrice o dalla fune ad un dispositivo ad azione centrifuga affidabilmente azionato. Il suo intervento deve avvenire qualora la velocità di marcia, nei due sensi, superi una soglia compresa tra il 110% ed il 120% della più elevata tra le velocità nominali di marcia previste nei diversi modi di esercizio; il comando conseguente, emesso mediante azione meccanica diretta sul freno di emergenza, deve comportare l'arresto mediante azione a scatto del medesimo.

L'intervento di tale sorveglianza deve anche comportare l'emissione di un segnale elettrico da impiegare per la necessaria segnalazione; tale segnale può essere impiegato anche allo scopo di ribadire per via elettrica il comando d'arresto.

Altri controlli di sovravelocità, più semplici, sono presenti sui tappeti di imbarco/allineamento, dove la soglia è in genere posta al 20% della velocità richiesta (che è in genere proporzionale alla velocità della fune, secondo rapporti che variano da 3, per i fissi, a 5 per gli ammorsamenti automatici) e sulle travi motorizzate (che cioè non prendono il moto dalle funi, ma attraverso motori elettrici opportunamente regolati).

Confronto di velocità (funzione di sicurezza). Questa funzione ha lo scopo di verificare se due valori di velocità continuano ad essere uguali o in rapporto costante nel tempo. Tipicamente il confronto più importante è quello tra la velocità della fune e la velocità angolare del motore, il cui rapporto deve rimanere costante, a meno dei minimi giochi sulla catena cinematica. Se ciò non avviene, è chiamato il freno di emergenza. Altri confronti riguardano ad esempio la velocità dei tappeti di imbarco e la fune, oppure tra le velocità delle travi motorizzate e la fune.

Minima velocità (funzione di sicurezza). È chiamato un arresto quando la velocità di marcia diviene inferiore al valore di velocità minima, cioè quella soglia al di sotto della quale si stacca il motore e si chiude a scatto un freno meccanico, in genere il freno di servizio.

In tutti i tipi di impianto, il comando di arresto per minima velocità può essere escluso durante la fase di avviamento mediante l'azione mantenuta sul pulsante di marcia; negli impianti a va e vieni può essere escluso quando i veicoli impegnano la zona di stazione, dove la velocità richiesta può risultare bassissima; negli impianti in cui sia presente la sorveglianza di uomo morto, il comando può essere escluso, sia in avviamento che durante la marcia regolare, mediante l'applicazione del consenso di uomo morto, nel solo modo di comando manuale.

5.4.2 Famiglia della coppia/corrente

Tutti i tipi di impianto sono dotati di sorveglianze relative alla coppia di impianto, cioè la coppia meccanica complessivamente erogata in un determinato istante dall'azionamento in uso. Il valore della coppia nominale di impianto è misurato a partire dal valore di corrente erogata o generata dai motori.

Le sorveglianze di questa famiglia sono:

- la sorveglianza di coppia massima;
- la sorveglianza di gradiente di coppia, richiesta per i soli impianti a moto continuo;
- la sorveglianza di ripartizione di coppia, richiesta in quasi tutti gli impianti dotati di azionamenti plurimotori.

L'intervento di qualsiasi sorveglianza relativa alla coppia deve comportare l'emissione di un comando d'arresto con il freno meccanico di servizio.

Massima coppia (funzione di sicurezza). Interviene nell'istante in cui la coppia di impianto, motrice o frenante, supera un'opportuna soglia, generalmente tarata al 120% del valore massimo previsto; l'intervento di questa sorveglianza deve precedere quello analogo posto a protezione dei convertitori dell'azionamento, quali il limite di corrente.

Nel caso di impianti a va e vieni, i regimi di assorbimento si possono distinguere ripartendo la linea in tre sezioni: la sezione di avviamento dalle stazioni, la sezione di marcia a regime e la sezione di avvicinamento e zona fosse. La sorveglianza deve intervenire per ogni valore di coppia superiore al 120% del valore

previsto per la sezione interessata. Ciò per tenere conto che nei tratti prossimi alle stazioni le richieste di coppia possono essere molto più elevate di quelle in linea, per il richiamo della fune da e verso i contrappesi. A meno di casi eccezionali, non è quindi prevista la possibilità di ricorrere a soglie più elevate per consentire l'avviamento in zone particolari del percorso; in tal caso è in generale più opportuno limitare l'accelerazione durante la fase di avviamento, in modo manuale od automatico.

Nel caso di impianti a moto unidirezionale continuo od intermittente, la sorveglianza deve intervenire:

- nelle fasi di funzionamento a velocità essenzialmente costante (regime), per ogni valore di coppia superiore al 120% della coppia massima registrata nel funzionamento dell'impianto a regime;
- nelle fasi di funzionamento in significativa accelerazione (avviamento), per ogni valore di coppia superiore al 120% della coppia massima prevista in tale fase transitoria;
- nelle fasi di decelerazione, per ogni valore di coppia superiore al 120% della più elevata coppia frenante generata dal motore elettrico durante l'arresto o in fase di rallentamento.

I canali che realizzano la sorveglianza di coppia massima sono sottoposti al test all'avviamento e periodicamente alle prove in bianco; queste ultime devono consentire la verifica di ciascuna soglia di intervento, mentre il test all'avviamento deve quanto meno verificare la funzionalità di intervento per la condizione di marcia a regime.

È possibile eseguire la verifica periodica manuale delle soglie di taratura delle sorveglianze di massima coppia mediante la chiusura dei freni meccanici durante la marcia.

Casi reali di intervento della funzione di sicurezza di massima coppia durante l'esercizio sono, ad esempio, l'eccessivo carico in cabina su una funivia bifune, gripaggio di rulliere o cuscinetti, scarrucolamento, veicoli impuntati sulle rulliere o sulle pedane dei sostegni.

Gradiente di coppia (funzione di protezione). È richiesta per gli impianti a moto continuo e a moto unidirezionale intermittente e consiste nell'emissione di un comando di arresto nel momento in cui si registri, durante le sole fasi di marcia a regime, una variazione repentina ed anomala della coppia motrice o frenante. La soglia di taratura, variabile da impianto ad impianto, è quindi espressa da una variazione percentuale della coppia in un intervallo di tempo prefissato, e generalmente, pari al 20-40% della coppia nominale in un tempo di 1-3 secondi.

I dispositivi che realizzano la sorveglianza sono sottoposti al test all'avviamento e, periodicamente, a prove in bianco che consentono la verifica della corretta taratura della soglia di intervento.

Casi reali di intervento della funzione di protezione di gradiente di coppia durante l'esercizio sono, ad esempio, la caduta di un albero sulla fune in linea, un grippaggio, la chiusura non segnalata di un freno, l'impuntamento di una morsa o un guasto alla regolazione del motore.

Ripartizione di coppia (funzione di protezione). È richiesta per gli impianti dotati di azionamenti plurimotori, ed interviene quando la ripartizione tra le coppie erogate dai motori assume valori così squilibrati da lasciar presumere un malfunzionamento e/o una possibile causa di danneggiamento.

La realizzazione della sorveglianza può avvenire mediante rilevamento diretto della differenza tra le coppie erogate dagli azionamenti, o almeno attuando un'adeguata protezione di massima coppia per ciascuno dei motori che costituiscono l'azionamento.

5.4.3 Famiglia dell'argano

In questa famiglia sono riassunte le funzioni che controllano il corretto funzionamento dell'argano di trazione, delle pulegge e degli organi di deviazione della fune. Queste sono: la sorveglianza di assetto puleggia e di posizione fune, di corretta predisposizione e di integrità della catena cinematica, della lubrificazione forzata. Secondo il caso, tuttavia, altre sorveglianze (ad es. della temperatura dei cuscinetti) possono essere richieste qualora se ne ravvisi l'opportunità.

Assetto puleggia (funzione di sicurezza). Interviene qualora l'assetto geometrico della puleggia sotto controllo risulti scorretto, ad esempio per rottura dei cuscinetti o eccessiva usura delle piste di rotolamento degli stessi. L'intervento comporta l'emissione di un comando di arresto e, se la puleggia sorvegliata è quella motrice, comanda l'azione del freno meccanico di emergenza. Qualora più pulegge folli della stessa

stazione siano sottoposte alla sorveglianza in oggetto, è ammesso che i consensi di ciascuna siano riassunti in un segnale unico.

Posizione fune (funzione di sicurezza). Interviene qualora l'assetto geometrico della fune in punti particolari del suo percorso all'interno della stazione risulti scorretto, ad esempio per consumo anomalo della gomma dei rulli di deviazione o accumulo di ghiaccio sulle gole. La sorveglianza comporta l'emissione di un comando di arresto.

5.4.4 Famiglia del tensionamento

Uno degli elementi progettuali più importanti è il valore della tensione nelle funi. Valori troppo alti o troppo bassi influiscono pesantemente sulla configurazione delle funi e quindi sulla sicurezza dei trasportati. In misura minore, visti i coefficienti di sicurezza in gioco, anche sulla sicurezza delle funi stesse, almeno a lungo termine.

Le principali sorveglianze sono: di massima escursione del sistema di tensione, di tensione della fune traente e di tensione delle funi ancorate.

La sorveglianza di massima escursione del sistema di tensione (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto qualora i contrappesi, la slitta tenditrice nonché il pistone idraulico di tensione, ove esista, superino le posizioni estreme (in avanti e all'indietro) consentite per il regolare funzionamento dell'impianto, ad esempio per eccessivo allungamento della fune o per perdite idrauliche del sistema di tensionamento.

Talvolta, a seconda della normativa di riferimento, una funzione di protezione aggiuntiva può causare segnalazioni di allarme luminose e sonore prima del raggiungimento dei limiti descritti.

La sorveglianza della tensione (funzione di sicurezza), ove questa sia realizzata mediante sistemi di tensione idraulici, arresta l'impianto qualora la tensione sulla fune si discosti di oltre il $\pm 10\%$ rispetto al valore nominale previsto, ad esempio a causa di un guasto nel sistema di regolazione del sistema di tensione.

Si richiede che sia realizzata in ridondanza diversificata mediante canali indipendenti, uno afferente alla pressione del circuito idraulico e l'altro alla tensione della fune (misurata, ad esempio, con perno dinamometrico).

La sorveglianza deve fornire anche la visualizzazione dei valori misurati di pressione e di forza ad uso del personale dell'impianto.

Anche le funi ancorate vanno controllate, ma la **sorveglianza di tensione delle funi ferme ed ancorate**, richiesta negli impianti a va e vieni che ne sono dotati, costituisce una semplice funzione di protezione che emette solamente una segnalazione acustica di allarme, qualora la tensione su una fune ancorata fuoriesca dal campo nominale di escursione previsto. Il campo di variazione è in generale notevole, dato che, fissato un punto di misura, la tensione varia in base alla temperatura, al punto d'applicazione del carico concentrato mobile, al valore dello stesso, alla consistenza di eventuali carichi distribuiti (ghiaccio), alle sollecitazioni dinamiche transitorie.

Controllo del campo di lavoro della pressione (funzione di sicurezza): per evitare che la pressione in caso di perdita del sistema di tensione scenda a valori inaccettabili, è prevista, in alternativa ai fincorsa meccanici della slitta di tensione, una funzione di sicurezza che disaccata due elettrovalvole di tenuta (ridondate) che bloccano il cilindro se la tensione scende al di sotto del 90% del valore nominale. Tali valvole sono denominate "EV3" e "EV4" in molte realizzazioni presenti in Valle d'Aosta.

Protezioni di centralina (funzioni di protezione). Sono previsti, ad esempio, nella centralina idraulica, i controlli di temperatura massima, pressioni di consenso al funzionamento della centralina, funzionamento del filtro dell'olio,.

Quanto sopra ricordato è valido, in generale, per gli impianti antecedenti alla emanazione della Direttiva europea. Quest'ultima permette invece di effettuare sia la regolazione che il controllo attraverso la sola tensione della fune, utilizzando la pressione del cilindro per il solo scopo di confronto e validazione del valore di tensione. Ma in sostanza le funzioni di sicurezza restano le medesime.

La differenza sostanziale tra i due modi di regolare (tensione e pressione) è legata all'effetto degli attriti del cilindro sul valore misurato e alla precisione di misura.

5.4.5 Famiglia degli azionamenti

I diversi tipi di impianto sono dotati di idonee sorveglianze per controllare il corretto funzionamento dell'organo di trazione, delle pulegge e degli organi di deviazione della fune.

La sorveglianza di corretta predisposizione della catena cinematica (funzione di protezione) interviene qualora la posizione geometrica di organi disinnestabili (giunti) della catena cinematica compresa tra i motori in uso e la puleggia motrice o tra il freno meccanico di servizio e la puleggia motrice risulti scorretta in relazione alla modalità di esercizio prevista (principale/riserva/recupero). L'intervento di tale protezione comporta l'emissione di una segnalazione, inibisce il consenso alla marcia e, se opportuno, emette un comando d'arresto, eventualmente con il freno meccanico di emergenza.

La sorveglianza di integrità della catena cinematica (funzione di sicurezza) interviene con l'arresto dell'impianto qualora sia rilevata una discontinuità nella catena cinematica d'organo, ad esempio in caso di guasto del riduttore o se il giunto di collegamento riduttore-puleggia è disinnestato. L'intervento comporta l'emissione di un comando d'arresto con il freno meccanico di emergenza.

La sorveglianza può essere realizzata utilizzando il confronto dei segnali di velocità di organo e motore, determinando l'intervento per una certa differenza di velocità, generalmente pari o superiore a 0,6 m/s.

Tale sorveglianza non è richiesta negli azionamenti di recupero e negli azionamenti di soccorso.

La sorveglianza di concordanza del senso di marcia (funzione di sicurezza) provoca l'arresto di emergenza dell'impianto, in marcia, qualora questo si muova nel verso opposto a quello selezionato. Di regola, la sorveglianza è attiva per entrambi i sensi di marcia. Essa deve intervenire con tempestività tale da non consentire ai veicoli di raggiungere velocità rilevanti nella direzione imprevista, e per tale ragione è tarata in velocità, a valori in genere non superiori a 0,5 m/s. In gergo è anche detta, impropriamente, "antiritorno".

La sorveglianza del sistema di lubrificazione forzata del riduttore meccanico (funzione di protezione) emette un segnale o un arresto qualora si registri un'avaria nel sistema di lubrificazione. Normalmente la protezione è realizzata mediante flussostato.

Esistono altre protezioni minori, in quanto attengono alla regolarità dell'esercizio e non alla sicurezza, che in genere sono presenti sugli impianti più moderni, quali ad esempio massima e minima accelerazione e intervento fusibili a protezione dei tiristori dei ponti convertitori.

5.4.6 Famiglia degli azionamenti elettrici

Sono qui descritte alcune tipiche funzioni di protezione d'azionamento, normalmente installate sugli equipaggiamenti di trazione.

I motori ed i convertitori devono essere dotati di adeguate **protezioni contro gli effetti termici**; tra queste possono annoverarsi:

Protezione termostatica, che interviene per sovratemperature in parti interne ai motori di trazione o ai convertitori.

Protezione di mancata ventilazione, che interviene in caso di mancanza della ventilazione forzata dei motori di trazione o dei convertitori.

Protezione di sovraccarico termico, che interviene qualora un sovraccarico di corrente abbia intensità e durata tali da poter provocare danni per il surriscaldamento del motore.

Protezione di minima corrente di eccitazione, che interviene nel caso in cui la corrente di eccitazione dei motori in corrente continua si riduca al di sotto del valore minimo previsto.

Protezioni dei convertitori elettronici, che intervengono nel caso di sovracorrenti, sovratensioni e sovratemperature occorrenti all'interno dei convertitori.

Protezioni degli azionamenti con motori in corrente alternata ad avviamento reostatico. Gli azionamenti che utilizzano motori in corrente alternata, ove l'avviamento ed eventualmente il rallentamento dell'impianto sono realizzati mediante reostato od esclusione a contattori, devono prevedere una funzione di protezione che inibisce l'avviamento dell'impianto se il reostato od il commutatore di avviamento non si trovano nella posizione "0", corrispondente all'inserzione completa delle resistenze. Devono inoltre essere

dotati di una funzione di protezione che intervenga, emettendo un comando di arresto meccanico, in caso di sovraccarico termico delle resistenze; ciò può essere realizzato ad esempio controllando che l'inserzione o la disinserzione completa delle resistenze abbia luogo entro un tempo massimo prestabilito.

5.4.7 Funzione delle sicurezze di linea (circuito di sicurezza)

In questo paragrafo sono sommariamente illustrate le principali funzioni relative ai circuiti di sicurezza.

Si denomina **funzione delle sicurezze di linea** la funzione di sicurezza preposta a svolgere la sorveglianza automatica sugli eventi rischiosi che possono interessare le funi mobili e fisse. Tali eventi sono costituiti, ad esempio dagli scarruolamenti delle funi dai loro punti di appoggio in linea, dall'assetto geometrico non ammissibile delle rulliere, dai contatti tra le funi normalmente isolate con altre funi dell'impianto e dal loro contatto verso massa. La sorveglianza del contatto di una fune con parti a massa richiede di mantenerla in tensione e quindi di isolarla.

La sorveglianza interviene con arresto, nel caso in cui una fune mobile e/o interessata dalla conduzione di segnali elettrici (e quindi, in condizioni normali, isolata) entri in contatto con una fune o con altra parte dell'impianto collegata a terra. Nel caso delle funivie bifune, la sorveglianza interviene sul contatto delle funi dell'anello trattivo (funi traente e zavorra / traenti superiore ed inferiore) con le funi portanti, con la fune di soccorso, con le parti a massa delle stazioni e dei sostegni di linea. Nel caso di impianti unidirezionali ad ammorsamento fisso o automatico, la funzione è realizzata per interruzione di uno specifico circuito, che rileva, per interruzione o per dispersione elevata della corrente, sino al corto netto a terra, il posizionamento anomalo della fune. In questo caso la fune trancia o rompe una barretta o mette a terra un conduttore del circuito nel momento in cui lascia la sua posizione corretta e si sposta lateralmente o scarrucola sulle scarpette raccoglifuni.

Indipendentemente dalle modalità realizzative particolari, in ogni circuito delle sicurezze di linea saranno chiaramente individuabili le seguenti parti componenti:

- **trasmettitore**, in grado di emettere energia per mantenere il consenso, impiegando come riferimento un livello di una determinata grandezza fisica che dovrà avere caratteristiche tali da essere inequivocabilmente diversificato da ogni altro segnale presente lungo i conduttori dei circuiti di teletrasmissione lungo linea (ad esempio nel circuito galvanico è una tensione negativa, generata alla stazione di rinvio, a partire da una tensione positiva teletrasmessa da valle.
- **conduttori** e circuiti di linea; allo scopo, possono essere impiegati conduttori dedicati oppure le funi medesime, qualora siano isolate;
- **sensori** di assetto delle funi posti lungo la linea, se necessari per l'espletamento della funzione;
- **ricevitore**, in grado di intervenire per ogni predefinito scostamento del livello della grandezza fisica di riferimento dal suo valore (o campo) normale di non intervento.

Ad esempio, nelle funivie a va e vieni si possono impiegare come conduttori attivi le funi dell'anello trattivo; i sensori di assetto delle funi non sono necessari in quanto gli eventi rischiosi sono rilevati dal contatto a massa dei conduttori. Negli impianti monofune si usano di regola conduttori dedicati ed appositi sensori collocati sui sostegni.

In generale sono utilizzati tre sistemi di trasmissione dell'intervento: **galvanico**, **capacitivo** e **induttivo**, quest'ultimo è utilizzato anche per la teletrasmissione di altri segnali da vetture e da stazione di rinvio ed è specifico per le funivie bifune.

Il circuito galvanico, tipico degli impianti a moto unidirezionale, interviene quando due relé finali a soglia di corrente rilevano una diminuzione sensibile della corrente di linea (per dispersione, per corto o per interruzione del circuito). Il circuito galvanico è costituito in linea di principio da un conduttore che trasporta una corrente in mA dalla stazione di rinvio verso la stazione motrice, passando dai sostegni ove sono ubicati dei **sensori di assetto delle funi** posti lungo la linea (in genere fili tesi o barrette a rottura). Nella stazione motrice sono ubicati dei relé a soglia di corrente che discriminano una interruzione del circuito o anche una dispersione (oltre che ad un corto netto) del conduttore verso massa. Per tale discriminazione l'erogazione della corrente da rinvio è limitata, in modo da permettere la continuità dell'esercizio in caso di piccole dispersioni locali ma tale da intervenire per grandi dispersioni.

Il circuito di sicurezza dovrà manifestare stato regolare finché la resistenza si mantiene sopra i 5 k Ω ; dovrà segnalare uno stato di preallarme, senza peraltro intervenire, qualora la resistenza scenda a valori compresi tra 5 k Ω ed 1 k Ω (denominata di norma “dispersione elevata”), e dovrà sempre intervenire se essa scende sotto 1 k Ω . L’amperometro dovrà quindi evidenziare (in verde, giallo e rosso) le tre fasce di stato regolare, di preallarme e di allarme.

Il **circuito capacitivo**, tipico degli impianti a va e vieni, rileva una diminuzione del livello capacitivo di un circuito che utilizza la fune come elemento di trasmissione, dovuta a corto o contatto della fune stessa a terra o su altra fune. Il sistema è realizzato mediante due appositi condensatori tubolari entro i quali scorre l’anello di fune trattivo. Il condensatore trasmittente è posto alla rinvio, quello ricevente alla motrice. L’accavallamento o scarrucolamento (a massa) delle funi di manovra comporta una conseguente diminuzione del livello del segnale nel ricevitore, con conseguente caduta dei relé finali.

Il **circuito induttivo** sfrutta la fune come se fosse una antenna radio e permette di far comunicare tra loro gli elementi trasmettitori/ricettori del circuito ubicati nei punti strategici dell’impianto (linea, vetture). È il tipico segnale delle funivie bifune. Anche per questo circuito vi sono degli elementi di trasmissione e di ricezione dei segnali, che sono però sottoforma di un’onda in frequenza. Come per il circuito galvanico, l’assenza o la diminuzione marcata del segnale comporta l’intervento della protezione. Il circuito induttivo ha l’indubbio vantaggio di poter trasmettere contemporaneamente, utilizzando più frequenze sulla stessa onda portante, diversi segnali (è lo stesso principio della radio, che trasmette diversi canali a frequenze leggermente diverse). Così alla stazione motrice giungono segnali dalle vetture (stato dei freni, delle porte, i comandi della marcia da vettura), dalla rinvio (chiusura portelloni, stato contrappesi...) ed anche dagli altri punti di trasmissione è possibile, se richiesto, ricevere segnali (ad esempio sulla vettura giunge il segnale di marcia e la velocità del vento e dell’impianto).

Segue uno schema di principio del circuito di sicurezza di una funivia bifune, ove sono presenti tutti e tre le tipologie di circuiti descritti

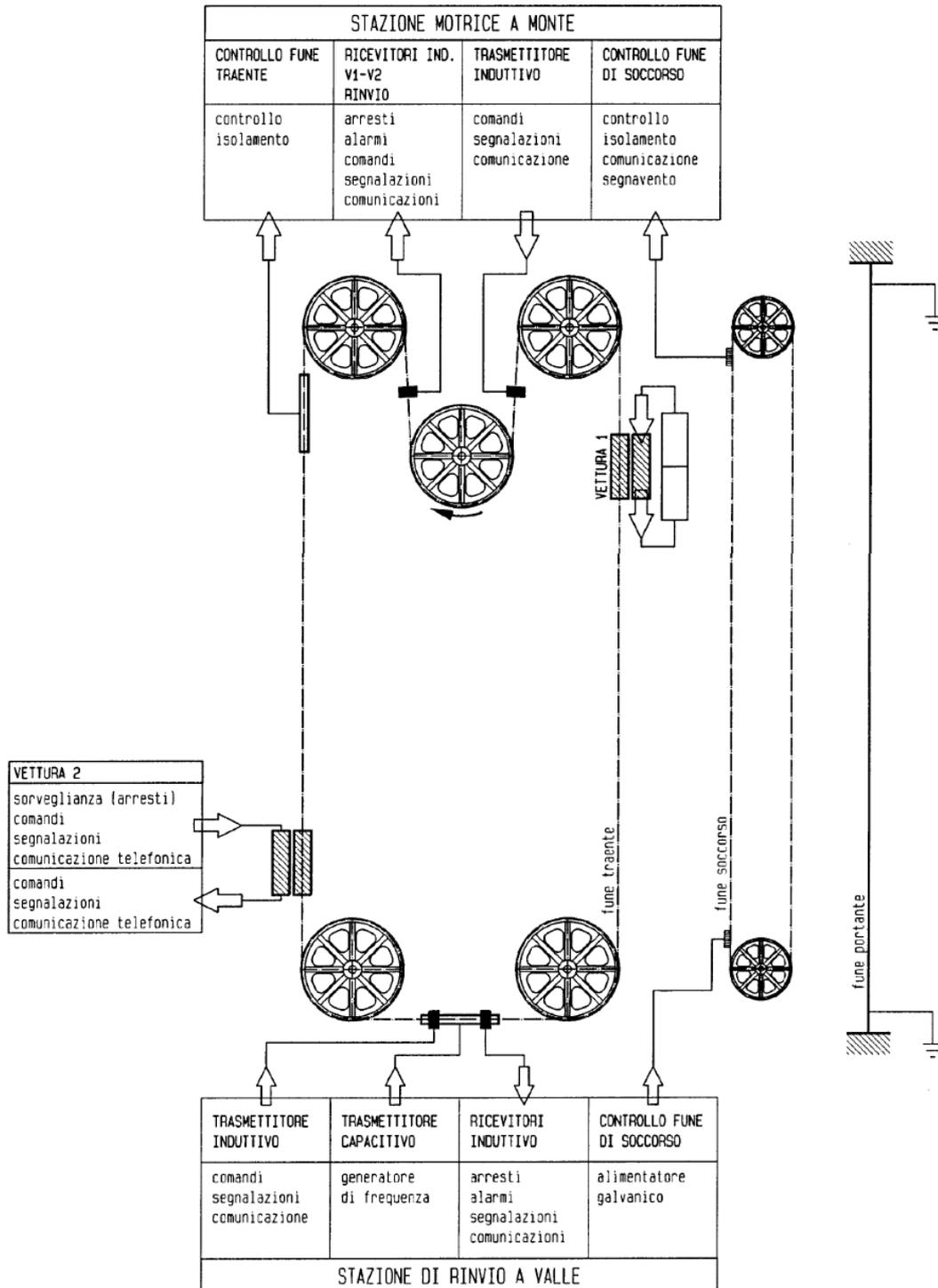


Figura 6 – schema di principio dei circuiti di sicurezza di una funivia bifune

5.4.8 Altre protezioni

Massima velocità del vento (funzione di protezione). Emette un segnale di intervento qualora la velocità del vento raggiunga valori tali da causare effetti potenzialmente pericolosi. In particolare, si richiede che siano disposte due soglie di intervento, da dichiarare in sede di progetto: il superamento della prima (soglia di allarme) comporta l'emissione di un comando di allarme sonoro; il superamento della seconda (soglia di arresto) comporta, a seconda delle norme di riferimento, l'emissione di un comando di arresto o di

rallentamento e allarme, in quest'ultimo caso finalizzato allo scarico della linea. La velocità del vento è comunque segnalata sul banco di manovra o nelle immediate vicinanze perché è da considerarsi di ausilio per la gestione dell'impianto da parte del personale.

Sorveglianze delle banchine e del flusso dei viaggiatori. Esistono pericoli e probabilità di danno a persone nelle zone di banchina e nelle aree di imbarco e sbarco. Le situazioni di rischio si verificano, in particolare, negli impianti a va e vieni, in presenza di fosse di ingresso o di pedane spostabili o basculanti (rischi di caduta nelle fosse di ingresso delle vetture o di collisione di un veicolo contro guide mobili in posizione errata) o nelle telecabine in caso di superamento dell'area dedicata all'imbarco dei passeggeri. Il livello di sorveglianza previsto (protezione o sicurezza) dipende dal livello di rischio atteso.

La sorveglianza di mancato sbarco degli sciatori (funzione di protezione) è richiesta nelle seggiovie a collegamento permanente e temporaneo destinate al trasporto di sciatori, quando la banchina di sbarco è posta immediatamente prima della puleggia; essa arresta l'impianto qualora un veicolo non sia stato abbandonato da tutti i passeggeri oltre un predeterminato punto al di là della banchina di sbarco.

La sorveglianza delle porte sulle cabine a chiusura automatica (funzione di sicurezza) interviene qualora le porte dei veicoli in procinto di essere lanciati non siano chiuse e bloccate all'inizio della fase di accelerazione. L'intervento comporta l'emissione di un comando di arresto. Il dispositivo di sorveglianza è realizzato in modo che l'impianto venga posto in stato di sicurezza anche nel caso di avaria di un sensore, indipendentemente dal fatto che il veicolo esaminato si presenti con la porta in condizione regolare od irregolare (cosiddetto "controllo attivo"). Una funzione di protezione segnala per via acustica la mancata apertura delle porte dei veicoli giunti nella zona di sbarco dei passeggeri e, se del caso, emette un comando d'arresto. La sorveglianza va sottoposta almeno a prove periodiche.

Sorveglianze della pedana mobile di imbarco. La pedana mobile eventualmente impiegata per preaccelerare gli sciatori nella fase di imbarco (per seggiovie ad ammorsamento fisso) o per allinearli sul punto di imbarco (per seggiovie ad ammorsamento automatico) è generalmente dotata delle seguenti sorveglianze:

- protezioni relative al proprio azionamento, comprese quelle per sovraccarico;
- funzione di protezione di confronto tra la velocità del tappeto e la velocità dell'impianto;
- funzione di protezione della posizione trasversale del tappeto alle estremità di ambo i lati, se del tipo a nastro;
- funzione di protezione antimpigliamento posta al termine del tappeto;
- comandi manuali di arresto, mediante pulsanti sull'apparecchiatura e sul piazzale d'imbarco.

Al fine di evitare collisioni pericolose tra sciatori e seggiole che si siano troppo ravvicinate durante l'esercizio, deve essere disposto un controllo di corretta equidistanza tra i veicoli in grado di riconoscere un eccessivo scostamento della medesima al di sotto di una soglia minima. Il tipo di intervento può essere di arresto se sono ravvisati pericoli per le persone o si semplice allarme acustico.

L'intervento delle sorveglianze citate deve causare l'arresto del tappeto contemporaneamente a quello dell'impianto.

5.4.9 Funzioni per recupero e soccorso

In considerazione del fatto che durante la marcia di recupero o di soccorso la probabilità e le conseguenze di numerosi eventi rischiosi possono ritenersi notevolmente ridotte dalla bassa velocità di marcia, dal tempo di funzionamento limitato e dalle misure organizzative allo scopo previste (quali la presenza continua del macchinista al banco di manovra e la sorveglianza a vista delle zone di imbarco e sbarco delle stazioni), non sono impiegati i test automatici né alcune delle funzioni di sorveglianza previste per il normale esercizio. Le funzioni di sicurezza possono inoltre essere realizzate in tal caso con i criteri previsti per le funzioni di protezione.

Inoltre è possibile escludere singolarmente tutte le funzioni previste, ritenendo prioritaria l'evacuazione della linea.

I comandi d'arresto emessi dalla stazione di rinvio devono essere inviati alla stazione motrice tramite un sistema di teletrasmissione di sicurezza, efficiente sia in caso di impiego dell'azionamento di recupero che di quello di soccorso.

Marcia con l'azionamento di recupero

Sorveglianze d'azionamento. Nel caso di azionamento elettrico si applicano i criteri sopraesposti per la famiglia degli azionamenti; nel caso di azionamenti di altro tipo, si devono impiegare specifiche sorveglianze equivalenti. In presenza di trasmissioni idrostatiche o idrodinamiche è prescritta anche la sorveglianza di integrità della trasmissione (ad esempio utilizzando un relé di minima pressione del circuito idraulico).

Sorveglianze di configurazione. Vanno previste laddove risulti necessario sorvegliare errori di predisposizione, quali la posizione errata di selettori o connettori, di valvole o rubinetti dei freni ecc...

Sorveglianza di corretta predisposizione della catena cinematica. Equivale alla omonima protezione dell'azionamento principale.

Sorveglianza di assetto puleggia e di posizione fune. Equivale alla omonima protezione dell'azionamento principale.

Sorveglianza di massima coppia a regime. Essa è richiesta sia per gli azionamenti elettrici che idrostatici ed è realizzabile ad esempio mediante un relé di massima corrente per gli azionamenti elettrici o con un pressostato di massima pressione per quelli idrostatici.

Sorveglianza di massima velocità del vento, limitata alla sola segnalazione di allarme. Tale richiesta delle PTS i.e. è spesso disattesa. In effetti è prassi considerare tale sorveglianza come ausilio per il macchinista, il quale, nel caso del recupero, è senz'altro vigile e attento alla conduzione dell'impianto e può quindi autonomamente decidere se effettuare marcia o meno in caso di vento, eventualmente adottando altre misure (ad es. controllo della linea a vista, coadiuvato da altro personale).

Sorveglianza di massima escursione del sistema di tensione. Equivale alla omonima protezione dell'azionamento principale.

Sorveglianza di isolamento e di contatto tra le funi. Equivale alla omonima protezione dell'azionamento principale.

Negli impianti a collegamento temporaneo dei veicoli, sono inoltre previste le sorveglianze di assetto geometrico delle morse e della fune, relativamente al solo controllo di corretto disaccoppiamento ed accoppiamento dei veicoli.

Marcia con l'azionamento di soccorso

Vale quanto stabilito per l'azionamento di recupero, in relazione alle seguenti funzioni di sorveglianza:

- sorveglianze d'azionamento;
- sorveglianze di configurazione e di corretta predisposizione della catena cinematica;
- sorveglianza di assetto puleggia e di posizione fune;
- sorveglianza di massima coppia a regime;
- sorveglianza di massima velocità del vento;
- sorveglianza di isolamento e di contatto tra le funi.

Essendo un azionamento a sé stante, è adottata una specifica sorveglianza meccanica di sovravelocità, talvolta utilizzando pendoli indipendenti da quelli dell'azionamento principale/riserva.

5.5 Il sistema di frenatura

Il sistema di frenatura non viene compreso nel sistema di sorveglianza dell'impianto per chiare ragioni di sicurezza. In particolare, mentre l'attività del sistema di sorveglianza si conclude in ogni caso con l'emissione di comandi diretti verso l'esterno (ossia, appunto, con comandi diretti al sistema di frenatura), il sistema di frenatura deve invece "autocontrollarsi", in quanto la rilevazione di un suo malfunzionamento non può che tradursi, al più, in un provvedimento il cui effetto rimane all'interno del sistema stesso (ad esempio, il passaggio ad una diversa azione frenante).

Si immagini cosa succederebbe se la regolazione del freno fosse demandata ad una logica statica e la logica statica impazzisse: si rischierebbe di non avere nessuna frenatura!

Il sistema di frenatura possiede quindi caratteristiche tali da dover comunque essere trattato secondo principi analoghi a quelli adottati per il sistema di sorveglianza (ridondanza degli attuatori, disponibilità elevata, affidabilità, test di efficienza).

I punti seguenti descrivono il sistema di frenatura nel suo complesso, individuando elementi fondanti comuni a tutte le norme, che sono la base di conoscenza del sistema di ogni capo servizio.

5.5.1 Composizione del sistema di frenatura e sue attività

La composizione del sistema frenante prevede, in tutte le norme e per tutti gli azionamenti, la presenza di almeno **due freni meccanici**, di cui uno agente sulla puleggia motrice. Ciò vale quindi anche per gli azionamenti di riserva, recupero e soccorso, sebbene per questi ultimi due, la direttiva europea preveda che il primo freno possa essere anche ad azione idraulica, come nel caso del freno lamellare montato nei pressi del motore idraulico.

Se in passato la frenatura era demandata ai soli freni meccanici, con l'utilizzo del motore in corrente continua e la sua regolazione affidabile, anche il motore è entrato a far parte del sistema frenante, sebbene non sia in grado di eseguire tutte le attività previste dal sistema stesso. Infatti il motore non è in grado di tenere fermo l'impianto in assenza di consenso alla marcia, ma riesce a modulare in modo molto più efficiente la frenatura, nella cosiddetta attività di frenatura.

Le attività del sistema di frenatura sono tre:

- **Corretta decelerazione:** arresto dell'impianto mantenendo i valori di decelerazione e di spazio tra il valore minimo ed il valore massimo assegnati. Si tratta dell'attività oggi svolta prevalentemente dall'arresto elettromeccanico, secondo rampe di decelerazione definite e rese sempre più raffinate, con arrotondamenti iniziali e finali che migliorano il confort di viaggio, riducendo gli effetti inerziali (oscillazioni) sull'impianto.
- **Stazionamento:** transizione dalla fase di decelerazione a quella di stazionamento, attuata mediante un freno meccanico, in genere il freno di servizio. Nella pratica quando il motore elettrico raggiunge le minime velocità, si disalimenta e il completamento della frenatura è svolto dal freno meccanico di servizio, in genere con un'azione a scatto, repentina ed energica, atta a limitare le oscillazioni dovute al distacco del motore stesso.
- **Arresto di emergenza:** arresto dell'impianto e successivo stazionamento ottenuti mediante l'azione a scatto del freno meccanico di emergenza. Lo svolgimento di quest'ultima attività non è richiesto sempre, ma solo in determinate circostanze o in presenza di guasti all'impianto, per esempio quando il freno di servizio, per un guasto, non riesce a compiere la corretta decelerazione.

Queste attività sono strettamente inerenti la sicurezza, in quanto hanno lo scopo di evitare, o comunque di limitare, danni alle persone.

Quindi, in conclusione, su ogni impianto devono essere presenti due freni meccanici, ma può essere adottato anche il motore per la sola azione di corretta decelerazione.

Ogni freno può agire con azioni diverse:

- **modulata:** azione (elettrica o meccanica) nella quale lo sforzo frenante di un freno viene regolato automaticamente in modo da mantenere la decelerazione il più possibile prossima ad un valore prefissato;

- **di guardia:** è una particolare funzione che svolge un freno modulato nei confronti di un altro freno chiamato a effettuare l'azione di decelerazione. Essa consiste nel comandare l'azione modulata del freno di guardia, portandolo però solamente in condizione di strisciamento, contemporaneamente all'azione del freno sorvegliato. La condizione di strisciamento è una condizione in cui i ferodi si avvicinano al disco del freno, eventualmente appoggiandosi ad esso, senza però trasmettere coppia frenante. Ciò è determinato allo scopo di ottenere immediatamente ed automaticamente il passaggio all'azione frenante successiva in caso di inefficacia del freno sorvegliato. Ad esempio, al comando di arresto col freno elettrico di servizio (frenatura con il motore), si può comandare l'azione di guardia di uno o di entrambi i freni meccanici; al comando d'arresto col freno meccanico di servizio o di emergenza si può comandare l'azione di guardia dell'altro freno meccanico. Tale funzione di guardia, rispetto ad una qualsiasi azione di un altro freno, è sempre consentita, purché le azioni dei due freni non si sovrappongano in modo da perturbarsi reciprocamente od entrare in conflitto. L'arresto con il freno elettrico di servizio, nel caso in cui sia accompagnato dal comando dell'azione modulata con funzione di guardia di uno o più freni meccanici (in genere è chiamato il solo freno di servizio meccanico), è normalmente indicato col termine di "arresto elettromeccanico";
- **a scatto:** modalità di attuazione della frenatura meccanica durante la quale lo sforzo frenante di un freno viene applicato completamente e senza regolazioni a partire dall'istante di attivazione di tale comando. È questa la tipica azione del freno di emergenza;
- **differenziata:** azione che prevede che il freno cambi le modalità di frenatura (a scatto, oppure aperto sino al raggiungimento della minima velocità, allorché si chiude a scatto) in funzione di una soglia preimpostata di assorbimento di corrente da parte del motore, al fine di limitare le oscillazioni in certe condizioni di carico. Si immagini infatti cosa può accadere su una linea carica molto pendente (con elevati valori di corrente assorbita) se il freno di servizio si chiude sempre a scatto. In questo caso conviene mantenere aperto il freno durante l'arresto (che si configurerà come un arresto spontaneo, cioè con impianto "in folle") sino alle minime velocità, quando il freno si chiuderà a scatto per compiere l'attività di stazionamento. Viceversa, con carico trascinante in discesa è necessaria tutta l'azione frenante, e pertanto il freno interverrà a scatto all'inizio dell'attività di corretta decelerazione. La soglia di corrente che discrimina l'intervento a scatto o meno del freno di servizio va scelta in modo che, in tutte le condizioni di carico, siano rispettati gli spazi di frenatura richiesti e le decelerazioni normativamente ammissibili.

Ovviamente le attività di stazionamento e di arresto di emergenza avvengono, per definizione, con azione a scatto, mentre la corretta decelerazione avviene in genere con azione modulata o differenziata, anche se in talune realizzazioni più semplici avviene comunque a scatto (ad esempio sulle sciovie).

5.5.2 Requisiti dei sistemi frenanti e delle azioni frenanti

I requisiti del sistema frenante e delle azioni sono definiti dal progettista generale dell'impianto, che assegna per ciascuna funzione di sicurezza, quale processo di frenatura deve essere chiamato e con che caratteristiche, in relazione alle esigenze ed alla disponibilità presunta dei freni e delle relative azioni frenanti. Dove possibile il progettista privilegia le azioni più confortevoli (ad esempio, arresto elettromeccanico con rampa normale).

Le caratteristiche dei processi di frenatura da assegnare dovranno tener conto, in particolare, dei seguenti fattori:

- quali freni sono disponibili nell'azionamento utilizzato in quel preciso momento e con che azioni (ad esempio, con l'azionamento di recupero potrebbe non essere disponibile il freno di servizio, né l'azione modulata del freno di emergenza);
- quali spazi d'arresto sono richiesti, in relazione alla causa che ha determinato il comando d'arresto; ad esempio:
 - la funzione di anticollisione, nelle seggiovie ad ammorsamento automatico, richiede spazi di arresto molto ristretti, per evitare che i veicoli interessati vadano a contatto in modo pericoloso, così come il dazio su una funivia bifune;

- la sovravelocità in un impianto a moto continuo può consentire un arresto con decelerazione modesta; lo stesso evento rischioso, quando occorrente nella zona dazio di un impianto a va e vieni, richiede di compiere l'arresto prima che le vetture impegnino le stazioni e quindi richiede decelerazioni elevate.
- spazi d'arresto ancor più contenuti, in un impianto a moto continuo unidirezionale, possono essere richiesti per l'emissione di alcuni comandi manuali d'arresto (arresto elettromeccanico a rampa rapida), ad esempio qualora l'operatore si avveda della caduta di un passeggero.
- stato di presunta disponibilità di ciascun freno ed azione frenante, in relazione alla causa che ha determinato il comando d'arresto ed all'eventuale intervento di funzioni di controllo del sistema di frenatura. Ad esempio:
 - intervento della sorveglianza di massima coppia obbliga, nel dubbio, a presumere che sia indisponibile il motore, e che quindi debba essere chiamato il freno di servizio meccanico;
 - intervento della funzione di controllo di mancata decelerazione fa presumere l'indisponibilità dell'azione frenante in atto, e quindi la necessità di intervento di un altro freno;
 - marcia dell'impianto alimentato da una sorgente di energia interna costituita da gruppi elettrogeni di potenza inferiore a quella nominale dell'azionamento principale, può non consentire una piena capacità frenante con il motore, e quindi gli arresti elettrici devono essere commutati in arresti meccanici.

Quindi vanno definite, per ciascuna funzione di sicurezza che determina l'arresto, le sequenze di intervento dei freni: quale è il primo freno che interviene e con che azione, quale è il freno che subentra in caso di guasto del primo freno e con quale azione e così via, sino ad interessare tutti i freni in quel momento disponibili.

5.5.3 Successione delle azioni frenanti

Normalmente, si considera una sequenza generale delle azioni frenanti che prevede, nell'ordine, l'azione frenante del motore, quindi quella del freno meccanico di servizio ed infine quella del freno meccanico di emergenza.

In generale le azioni dei freni meccanici (di servizio e di emergenza) sono dapprima modulate e successivamente a scatto, con attuatori dedicati (con freni idraulici si utilizzano delle elettrovalvole ridondate). In molte recenti realizzazioni il freno di emergenza è però realizzato con la sola azione a scatto.

La prima azione frenante non è sempre quella del motore. Infatti è chiamata prima azione frenante quella che può essere ritenuta disponibile all'inizio del processo di arresto; ad esempio, se è utilizzato un gruppo elettrogeno di potenza ridotta, la prima azione frenante sarà realizzata dal freno meccanico.

La seconda azione frenante, o le successive, possono comunque dover essere chiamate, in relazione alle condizioni di disponibilità del sistema di frenatura, perché le azioni precedenti, o la trasmissione dei relativi comandi, sono fallite nel corso dell'arresto. Ad esempio, se chiamo il freno di servizio meccanico e questo non frena a sufficienza, dovrà intervenire come seconda azione frenante quella del freno di emergenza, dapprima in modulazione (se presente) e poi, se anche questa azione fallisse, con intervento a scatto.

Nella storia degli impianti però le sequenze di passaggio da un freno o da un'azione ad un'altra si sono differenziate in funzione della ditta che ha costruito gli azionamenti.

Nelle figure che seguono sono presentate le sequenze tipiche delle ditte EEI, BMB (che storicamente hanno realizzato la maggior parte degli impianti sino agli anni 2000) e Funitek (presente nelle realizzazioni più recenti).

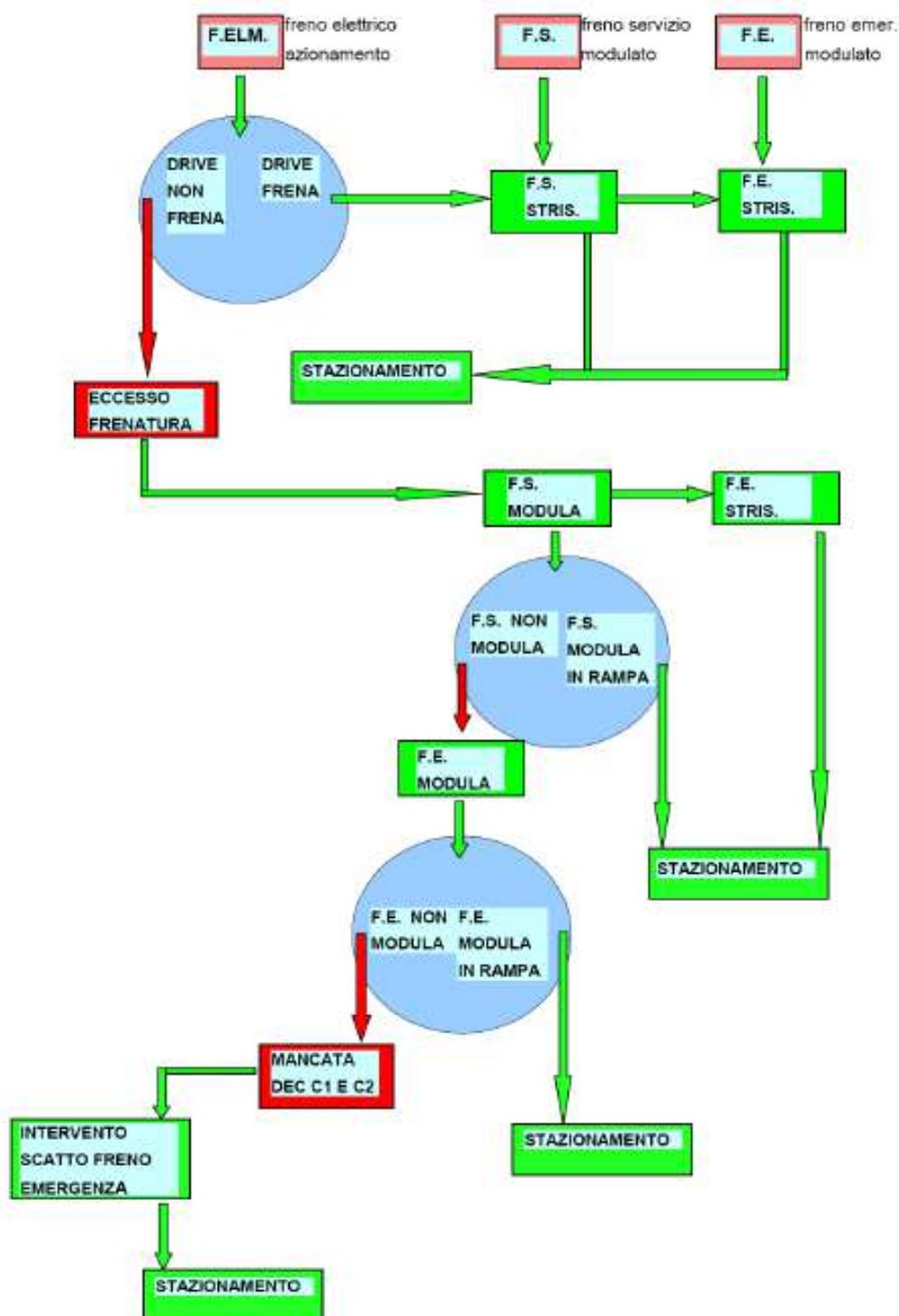


Figura 7 – tipica sequenza di frenatura EEI

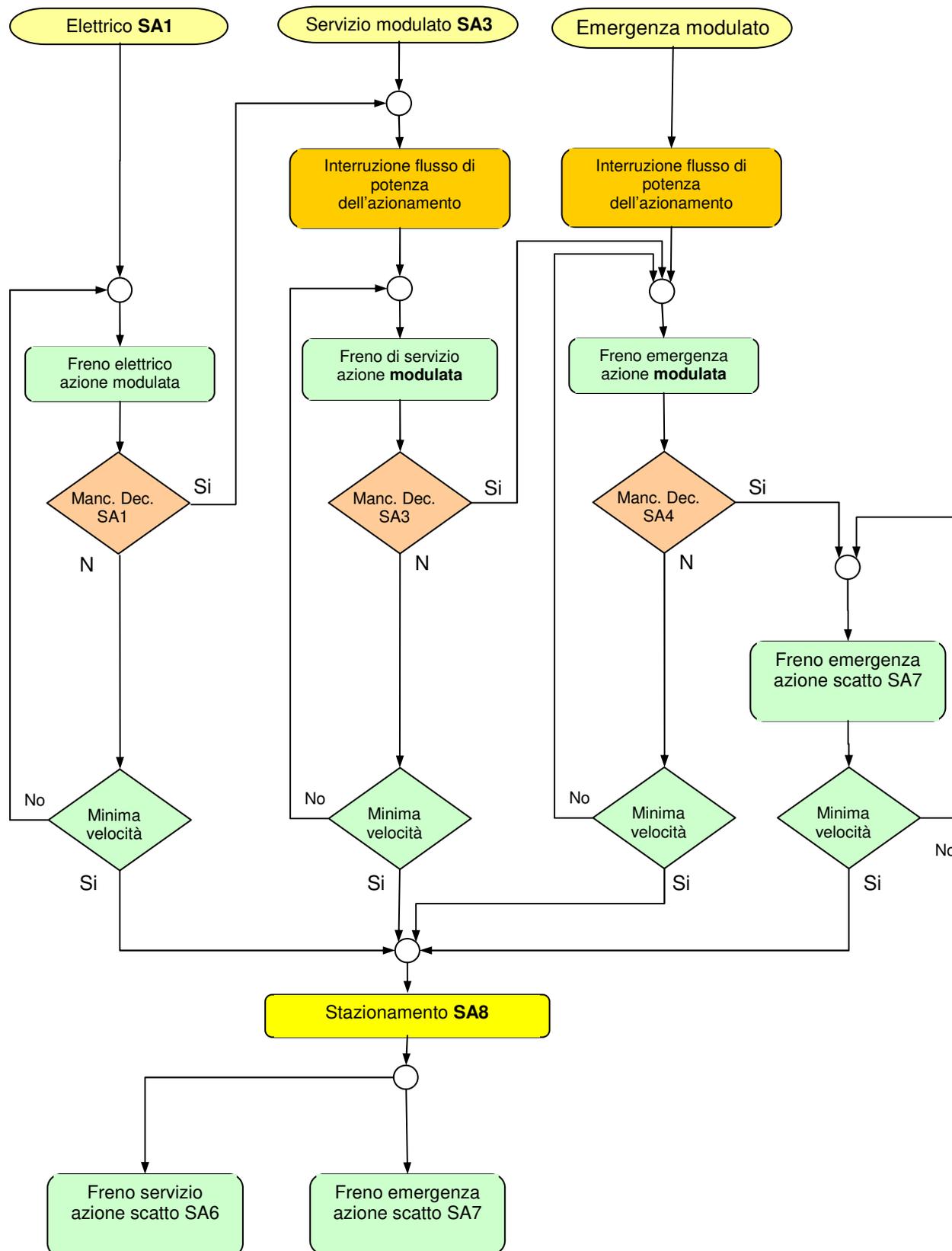


Figura 9 – Tipica sequenza di frenatura Funitek CE e Leitner CE

Da un esame comparativo degli schemi si nota che:

- in tutte le sequenze, l'azione ultima, a seguito di successive défaillances del sistema, è l'azione a scatto del freno di emergenza. Tale azione compare anche nelle sequenze degli impianti certificati moderni. Si presume che questa azione sia comunque sempre disponibile.
- Le funzioni di mancata decelerazione sono previste per ogni freno (con la specificazione che per il freno elettrico in alcune realizzazioni si utilizza un'altra protezione chiamata "eccesso di frenatura" che di fatto assolve lo stesso compito di controllo della mancata decelerazione del motore elettrico). Si vedano i paragrafi successivi per le descrizioni di dettaglio.

5.5.4 Guasti e reazioni ai guasti

I freni possono subire guasti di natura elettrica o meccanica, e il sistema di frenatura deve accorgersi del problema o quantomeno essere in grado di fermare lo stesso l'impianto.

I guasti di natura elettrica previsti per il sistema di frenatura coincidono normalmente con quelli previsti per i componenti dell'impianto elettrico (guasti alle sorgenti di energia, guasti previsti nei circuiti ad elettronica complessa); per il sistema di frenatura tuttavia, data la compresenza al suo interno di fondamentali parti meccaniche dell'impianto, devono essere considerati e previsti anche i seguenti guasti casuali di natura meccanica:

- sforzo frenante di una singola unità di frenatura inferiore al dovuto;
- impossibilità, per qualsiasi ragione, di riuscire a trasmettere alla puleggia motrice uno sforzo frenante applicato ad organi meccanici situati, lungo la catena cinematica d'argano, a monte della puleggia stessa (ad esempio per rottura o errata predisposizione della catena cinematica);
- sforzo frenante eccessivo.

Quando un freno non funziona è necessario che siano esclusi danni alle persone anche nel caso di subentro del secondo freno; quindi, non soltanto il primo freno, in condizioni di normale efficienza, deve assicurare margini di spazio adeguati a non provocare danni, ma deve garantirsi anche l'assenza di danni qualora l'arresto risulti completato da un secondo freno.

Un guasto contemporaneo a due freni meccanici non è invece contemplato.

5.5.5 Funzioni di controllo dei freni

Al fine di mitigare i rischi derivanti dai guasti al sistema di frenatura sono state previste alcune funzioni di sicurezza che permettono di rispettare i requisiti previsti anche in presenza di guasti.

La più importante è senz'altro la funzione di mancata decelerazione, ma ne esistono comunque altre, di sicurezza, che è bene descrivere.

Funzione di controllo di mancata decelerazione (funzione di sicurezza). E' utilizzata per far intervenire un altro freno o un'altra azione frenante, se quella chiamata non è in grado di svolgere la decelerazione prevista.

Nella realizzazione dei sistemi che svolgono la funzione di mancata decelerazione devono essere adottati opportuni criteri e misure costruttive al fine di ridurre al minimo il **pericolo di intervento contemporaneo** dei due freni meccanici con azione a scatto, per guasto o per malfunzionamento dei dispositivi di controllo.

A tal fine, i dispositivi di mancata decelerazione addetti a comandare le azioni del freno meccanico di servizio e le azioni del freno meccanico di emergenza devono essere fisicamente indipendenti; in particolare ciascuno di essi deve essere alimentato dalla stessa linea di alimentazione di sicurezza che alimenta il freno comandato.

Il funzionamento della mancata decelerazione è descritto nell'esempio che segue.

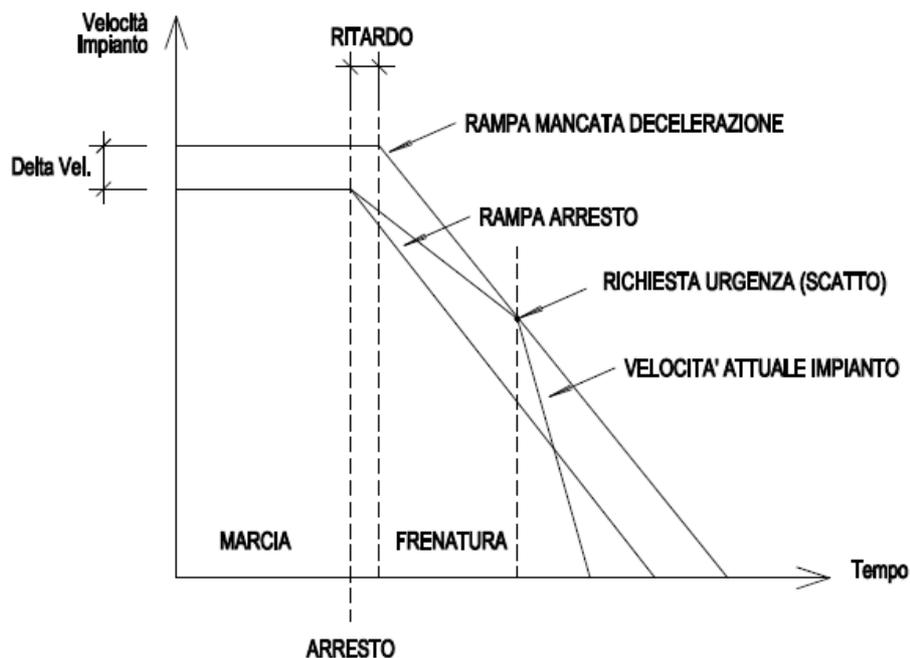


Figura 10 – funzionamento della mancata decelerazione

Con riferimento alla figura precedente, supponiamo che venga chiamato un arresto con il freno modulato di emergenza. Il freno cerca di seguire la “rampa di arresto”, e supponiamo che non ci riesca, e che quindi la sua velocità attuale risulti sempre più alta, in un dato istante, di quella della rampa di arresto. Con un certo margine (“delta velocità”) la funzione di mancata decelerazione genera una rampa di confronto con la velocità attuale: se la velocità attuale supera il valore previsto dalla rampa di confronto (detta “rampa mancata decelerazione”) allora è chiamato un arresto con azione a scatto, la quale azione riporta la curva della velocità attuale all’interno della rampa di arresto.

Se il freno meccanico di servizio opera con azione a scatto o differenziata, questa modalità realizzativa può essere sostituita con dei relè temporizzati (cioè dei relè che fanno intervenire la seconda azione frenante o il secondo freno, se entro un certo tempo la frenatura non si è conclusa). I relè temporizzati sono di sicurezza e quindi duplicati.

Funzione di controllo di velocità minima dei freni. E’ una funzione in grado di emettere un segnale di intervento nel momento in cui la velocità di marcia diviene inferiore al valore di velocità minima.

L’intervento della funzione di controllo di velocità minima dei freni nel corso di un qualsiasi processo di arresto comporta la frenatura con azione a scatto del freno meccanico di stazionamento e la disalimentazione dell’azionamento.

Qualora lo stazionamento sia realizzato sia dal freno di servizio che dal freno di emergenza, entrambi impiegati con azione a scatto, il comando di arresto per intervento della funzione di controllo deve quindi determinare l’azione a scatto di entrambi i freni meccanici.

Durante l’avviamento, quando è premuto il pulsante di marcia, la funzione è esclusa. Negli impianti a va e vieni può essere inoltre esclusa quando i veicoli impegnano la zona di stazione, dove la velocità richiesta può risultare bassissima; negli impianti in cui sia presente la sorveglianza di uomo morto, il comando può essere infine escluso, sia in avviamento che durante la marcia regolare, mediante l’applicazione del consenso di uomo morto, nel solo modo di comando manuale.

Funzione di controllo dello stato dei freni meccanici (apertura o chiusura delle pinze o dei ceppi). Costituisce una funzione in grado di emettere un segnale di intervento nel momento in cui si registri un’incongruenza tra lo stato reale dei freni e quello richiesto nelle condizioni attuali dell’impianto, ovvero è controllato che il freno sia aperto in marcia e sia chiuso durante lo stazionamento.

Funzione di controllo di usura dei freni. Costituisce una funzione in grado di emettere un segnale di intervento nel momento in cui si registri un livello di usura eccessivo degli elementi d'attrito delle unità di frenatura meccanica (ferodi).

Funzioni di controllo dei sistemi di apertura dei freni. Gli equipaggiamenti idraulici o pneumatici preposti a rendere disponibile l'energia richiesta per l'apertura degli elementi frenanti sono dotati di funzioni di controllo, che consentono di verificarne il corretto funzionamento e, in caso di intervento, di segnalare le eventuali anomalie. In particolare è prevista l'installazione di pressostati di minima e massima pressione; ove opportuno, vanno inoltre previste funzioni di controllo dell'intasamento dei filtri, del livello e della temperatura del fluido, della congruenza dello stato dei rubinetti, ecc..

Funzione di controllo di indisponibilità modulatore. Ogni freno meccanico impiegato con azione modulata deve essere dotato di una funzione di controllo atta a verificare che, nel corso della marcia regolare, il segnale di comando (ad es. dell'elettrovalvola) sia inferiore ad un opportuno valore considerabile eccessivo e conseguente ad eventuali guasti. L'intervento sarà in tal caso memorizzato e dovrà determinare l'arresto dell'impianto con il freno elettrico di servizio, se previsto, oppure il rallentamento, ma non l'arresto con azione a scatto.

Funzione di controllo di passaggio alla condizione di strisciamento. Ogni freno meccanico impiegato con azione modulata in funzione di guardia deve essere dotato di una funzione di controllo atta a verificare che, alla chiamata di tale azione, il segnale di comando sia opportunamente inferiore al valore di soglia che indica la totale apertura del freno; l'intervento deve comportare una segnalazione.

Funzione di controllo di passaggio alla condizione di lavoro o di eccesso di frenatura modulata. Ogni freno meccanico impiegato con azione modulata in funzione di guardia deve essere dotato di una funzione di controllo atta a rilevare se, alla chiamata di tale azione, il segnale di comando si riduce di un'entità e per una durata tali da indicare lo sviluppo di un significativo sforzo frenante, ossia il passaggio alla condizione di lavoro. L'intervento di questo controllo deve comportare in ogni caso l'emissione di un comando di arresto meccanico ed una segnalazione memorizzata sul banco di manovra, nonché l'inibizione del consenso all'avviamento fino al comando di reset.

5.5.6 Tipo di frenatura per funzione di sicurezza

Segue un elenco delle principali protezioni e tipo di azione frenante normalmente richieste dal progettista generale sugli impianti a fune più diffusi (per capire come le azioni sono scelte si veda anche il § 5.5.2)

5.5.6.1 Azionamento principale e riserva

Descrizione	elettrico	servizio	emergenza
Arresto normale da stazioni non motrici	X		
Controlli caricabatterie	X		
Controlli su tensione fune : massima	X		
Controlli su tensione fune : minima	X		
Fine corsa carro tenditrice	X		
Livello olio centralina tenditrice	X		
Livello olio centraline freni	X		
Messa a terra fune	X		
Pressostato centralina tenditrice	X		
Rubinetti vari (scarico, ritorno ecc.) centralina tenditrice	X		
Termostato centraline idrauliche	X		

Descrizione	elettrico	servizio	emergenza
Termostato olio centraline freni	X		
Accavallamento fune traente			X
Accavallamento fune soccorso			X
Flussostato riduttore	X		
Posizione porte accesso stazione	X		
Posizione cancelli	X		
Controllo dazio	X		
Controllo punto fisso	X		
Zona suoneria	X		
Zona uomo morto	X		
Fine corsa arrivo in stazione motrice	X		
Extra corsa arrivo in stazione motrice			X
Controlli di massima coppia (avviamento e regime).		X	
Controllo eccessiva accelerazione/ decelerazione con motore		X	
Freno di servizio pinze aperte alla partenza		X	
Freno di servizio pinze aperte durante la marcia		X	
Guasto generale azionamento principale		X	
Incremento di coppia		X	
Mancanza fase / rete azionamento		X	
Mancata decelerazione arresto con freno d'emergenza.		X	X
Mancata decelerazione arresto normale.		X	
Massima velocità + 10%		X	
Minima corrente eccitazione motore principale		X	
Pressostato di consenso centraline freni		X	
Usura pinze freno servizio		X	
Assetto puleggia			X
Confronto tachimetriche			X
Controllo catena cinematica			X
Controllo posizione elettrovalvole urgenza freno emergenza.			X
Controllo senso di marcia			X
Controllo stazionamento			X
Freno di emergenza pinze aperte alla partenza			X
Freno di emergenza pinze aperte durante la marcia			X
Mancata decelerazione arresto con freno di servizio.			X
Massima velocità + 20%			X

Descrizione	elettrico	servizio	emergenza
Centrifugo meccanico			X
Pulsanti arresto con freno emergenza			X
Recupero disinnestato			X
Recupero innestato			X
Rubinetto scarico manuale freno emergenza (da piazzale).			X
Usura pinze freno emergenza			X
Velocità minima raggiunta			X

5.5.6.2 Azionamento recupero

Descrizione	emergenza	servizio
Circuito di sicurezza di linea e arresti da stazioni non motrici	X	
Comando chiusura freno di emergenza	X	
Elettrostop	X	
Massima temperatura olio	X	
Massima velocità + 20%	X	
Minima tensione fune pistone	X	
Pressostato di massima	X	
Pressostato di minima	X	
Pulsanti di arresto con freno di emergenza	X	
Recupero innestato	X	
Assetto puleggia	X	
Rubinetto manuale chiusura FE	X	X
Temporizzatore per chiusura freno di emergenza	X	
Controllo freno di servizio aperto		X
Controllo freno di emergenza aperto	X	

5.6 Il sistema informativo dell'impianto (segnalazioni)

I sistemi di sorveglianza automatica non bastano per conseguire la sicurezza di funzionamento. Contemporaneamente va mantenuto un adeguato controllo umano, tramite la disponibilità di informazioni opportune sul suo funzionamento. È il personale dell'impianto che sovrintende in prima persona alla sicurezza dei trasportati, e per farlo ha bisogno di avere sotto controllo una elevata serie di informazioni, che il sistema informativo è in grado di fornire in tempo reale.

Si denomina sistema informativo l'insieme dei dispositivi e circuiti di segnalazione e misura destinati a ricevere, ritenere, elaborare e presentare al personale le informazioni utili per la conduzione dell'impianto.

Ogni stazione ed ogni veicolo presidiato dotati di sistema di sorveglianza proprio devono disporre di un sistema informativo locale; il sistema informativo della stazione motrice dovrà ricevere da ciascun sistema di sorveglianza locale le informazioni indispensabili e quelle necessarie specificate, in modo da presentare un quadro completo dello stato dell'intero impianto.

Si precisa che l'evoluzione tecnologica sta permettendo, per alcune tipologie di impianti (ad esempio funicolari, funivie bifuni) di utilizzare sistemi informativi tali da permettere un controllo e/o comando remoti, e, in certe realizzazioni, addirittura parzialmente automatico (cioè senza la presenza dell'uomo in alcune parti di impianto).

5.6.1 Le fonti normative

Le norme di riferimento sono, per gli impianti ante CE, le UNIFER CEI e le PTS i.e., mentre la normativa europea non dà indicazioni di dettaglio, ma permette alle ditte costruttrici di scegliere le modalità informative più consone. Tale apertura ha permesso un'evoluzione dei sistemi informativi (oggi sono utilizzati sempre meno gli strumenti analogici da banco e sempre più i pc o gli schermi "touch screen").

Sui veicoli, invece, permangono in genere segnalazioni luminose o sonore tradizionali, poiché il numero di segnalazioni di bordo è limitato, anche se su alcune recenti realizzazioni pannelli touch screen hanno sostituito il pannello a led luminosi con discreto successo.

5.6.2 Segnalazioni fondamentali

Le PTS i.e. elencano le **segnalazioni fondamentali** da prevedere su un impianto. Sono cioè quelle considerate indispensabili per poter esercire l'impianto in condizioni normali. La perdita di una o più di tali informazioni richiede il ricorso ad opportune misure di carattere organizzativo, che dovrebbero essere indicate nel Regolamento di esercizio o in un suo allegato. L'indisponibilità permanente di tale tipo di informazioni, qualora non deducibili neppure indirettamente, è comunque ritenuta incompatibile con la prosecuzione dell'esercizio.

Tra queste si ricordano:

- il consenso all'avviamento e quello alla marcia regolare (lampade blu e verdi);
- il senso di marcia selezionato, nei soli impianti a va e vieni (lampada bianca);
- lo stato di apertura / chiusura del freno meccanico di servizio e di quello di emergenza (lampade verdi o rosse);
- le segnalazioni riassuntive dell'intervento dei dispositivi di sicurezza (lampade rosse);
- l'emissione di comandi di arresto dalle stazioni non motrici (lampade rosse);
- la presenza delle vetture nelle zone suoneria, uomo morto, di stazione e, se presenti, nelle zone singolari della linea, negli impianti a va e vieni, mediante segnalazione luminosa o grafica;
- l'esclusione o la parzializzazione dei consensi del circuito delle sicurezze di linea (con segnalazione dedicata - lampade gialle intermittenti);
- la presenza di penalizzazioni conseguenti a parzializzazioni od esclusioni in atto, da segnalarsi almeno mediante una lampada gialla intermittente il cui segnale sia reso particolarmente evidente grazie alla forma e alla disposizione (tale lampada può anche essere collocata nelle immediate vicinanze del banco di manovra).

Tali segnalazioni devono essere raccolte sul banco di manovra o nelle immediate vicinanze (ad esempio su pagine sinottiche di applicativi per pc).

Alcune grandezze devono poi essere visibili:

- la coppia di impianto;
- la velocità di marcia;

- lo spazio all'arrivo dei veicoli con risoluzione di almeno un metro di spazio fune. Nelle funivie a va e vieni può essere preferibile indicare, per ciascun veicolo, la distanza dalla stazione motrice.
- la grandezza fisica impiegata quale riferimento nel circuito delle sicurezze di linea, da rilevare tanto presso il trasmettitore quanto presso il ricevitore.

Altre grandezze, non indispensabili, sono comunque presenti sui pc di supervisione, ma non direttamente visibili dalla pagina principale.

L'impianto deve inoltre essere dotato dei seguenti dispositivi di **segnalazione acustica**, tra loro differenziati nel suono, in modo da consentirne l'agevole identificazione:

- segnalazione di allarme, attivata per richiamare l'attenzione dell'operatore su condizioni di funzionamento particolari che richiedono un suo intervento o l'attiva presenza al posto di manovra. Tale segnalazione è posta presso il banco di manovra e può essere tacitata dall'operatore mediante opportuno comando. Ad esempio: l'allarme per eccessiva velocità del vento, l'arrivo in zona suoneria delle vetture di funivie a va e vieni, il comando di allertamento pedoni e simili;
- segnalazione di preavviso di partenza, attivata negli istanti immediatamente precedenti l'avviamento dell'impianto;
- segnalazione di chiamata telefonica, per ciascun telefono di servizio. Negli impianti nei quali il personale svolge di regola la sua attività sui piazzali, si deve assicurare che la segnalazione di chiamata telefonica sia ivi udibile, eventualmente con l'ausilio di ripetitori di chiamata;
- segnalazione di allarme per superamento delle soglie massima o minima della tensione fune, misurata in termini di pressione del pistone idraulico o di tensione mediante perno dinamometrico;
- segnalazione di allarme per errata equidistanza tra due veicoli successivi sugli impianti ad ammorsamento permanente dotati di tappeto di imbarco.

Anche l'**azionamento di soccorso** deve avere alcune segnalazioni presenti sul banco di manovra o nelle sue immediate vicinanze. Sono in genere segnalati:

- l'intervento delle sorveglianze dedicate;
- lo stato di apertura o chiusura dei freni impiegati;
- il consenso all'avviamento;
- la tensione della linea di alimentazione, se presente;
- la pressione del circuito idraulico, se presente;
- la presenza di parzializzazioni in atto, da indicarsi in modo particolarmente evidente, ad es. per mezzo di lampade gialle lampeggianti;
- la velocità dell'impianto, nel caso di azionamento a velocità variabile;
- la distanza del veicolo di soccorso dalla stazione di partenza, espressa in metri, fornita da un sistema di misura dedicato.

I colori impiegati per i pulsanti e per le segnalazioni luminose devono essere conformi alle prescrizioni della Norma CEI EN 60204-1. Per l'applicazione negli impianti a fune, vanno rispettate in particolare le indicazioni qui riportate.

colori	Pulsanti	segnalazioni
rosso	arresto impianto arresto movimenti ausiliari	arresto intervento di funzioni di sicurezza intervento di protezioni che richiedono arresto guasti manifesti
giallo	soppressione di condizioni anomale tacitazione suoneria rallentamento	presenza di parzializzazioni presenza di esclusioni superamento di soglie di allarme presenza di condizioni anomale intervento di protezioni che non richiedono arresto
verde	marcia impianto marcia movimenti ausiliari	marcia movimento ausiliari presenza di consensi presenza di condizioni normali
blu	test ripristino di consensi azioni obbligatorie	necessità di ripristinare conferma per evitare equivoci
nero	disinserzione (arresto ausiliari) variazione di velocità diminuzione uso generico	==
bianco	inserzione (marcia ausiliari) aumento uso generico	inserito predisposto presenza tensione uso generico
grigio	prova lampade uso generico	==

Figura 11 – pulsanti e colori

5.7 L'alimentazione dei servizi di sicurezza (a 24 V)

5.7.1 Generalità

Le linee di alimentazione dei servizi di sicurezza (cioè le linee cui vengono allacciate le utenze che svolgono funzioni di protezione e sicurezza) hanno le seguenti caratteristiche:

- La tensione impiegata in genere non supera i 60 V c.c. Storicamente i servizi di sicurezza degli impianti a fune sono stati alimentati a 24 V, oppure a 110 V, ove richiesto dalle utenze stesse.
- Le linee devono, per quanto possibile, seguire percorsi fisici distinti rispetto a quelli degli altri circuiti di alimentazione, in particolare se di potenza.
- Ad almeno un'estremità (partenza o arrivo) di ciascuna linea in ciascun quadro deve essere disposto un interruttore di manovra dotato di segnalazione di presenza tensione.
- Le linee devono essere protette all'origine contro i corti circuiti ed i sovraccarichi (ad esempio mediante fusibili o scaricatori).

In genere l'alimentazione è effettuata mediante un gruppo di alimentazione formato da: un caricabatterie, una batteria di accumulatori, i circuiti di smistamento e protezione, una linea (o gruppo di linee) di alimentazione di sicurezza, alla quale si intendono allacciati i carichi dei servizi di sicurezza.

In genere sono presenti almeno due linee di alimentazione di sicurezza (dette linea 1 e linea 2), che alimentano separatamente i due freni meccanici e le loro pertinenze, in modo che in caso di avaria ad una delle due linee, sia scongiurata la caduta contemporanea dei due freni.

La "**LINEA 1**" è destinata ad alimentare tutti i circuiti ed i dispositivi di comando, controllo e, se previste, differenziazione o modulazione del freno meccanico di servizio e i relativi attuatori (elettrovalvole, elettromagneti, ecc.). Nell'ambito delle funzioni di sicurezza del sistema di sorveglianza di stazione motrice, per quei dispositivi di sicurezza che, in tutto o in parte, sono costituiti da elementi hardware ridondati, per i quali quindi si individuano, almeno in parte, canali indipendenti, la "linea 1" è destinata ad alimentare in modo esclusivo almeno uno di tali canali.

La "**LINEA 2**" è destinata ad alimentare tutti i circuiti ed i dispositivi di comando, controllo e, se previste, differenziazione o modulazione del freno meccanico di emergenza e i relativi attuatori (elettrovalvole, elettromagneti, ecc.), oltre ad almeno uno dei canali di cui sopra non alimentati dalla "linea 1".

Si faccia attenzione però che per taluni impianti certificati, la linea 1 alimenta il freno di emergenza e i plc fail safe, perché sono questi ultimi a chiamare il freno di emergenza. Infatti il freno di sicurezza in ambito europeo è il solo freno di emergenza e come tale è chiamato dalle funzioni di sicurezza gestite dal plc fail safe. La linea 2 quindi alimenta le funzioni non di sicurezza e quindi anche il freno di servizio.

Inoltre ogni motore termico costituente sorgente di energia interna, primaria o di riserva, utilizzabile per almeno uno degli azionamenti di riserva, di recupero o di soccorso deve essere dotato di un proprio gruppo di alimentazione di sicurezza per l'avviamento, la cui batteria di accumulatori sia di capacità tale da consentire almeno cinque avviamenti consecutivi.

Negli impianti ove siano previsti servizi di sicurezza in vettura e quindi, in particolare, in caso di presenza di sistemi di sorveglianza di veicolo, sono utilizzate batterie locali, in grado di alimentare le vetture per almeno quattro ore senza ricarica. Tali batterie sono ricaricate durante le soste in stazione mediante caricabatterie in genere dedicati.

Segue la figura di uno schema elettrico di impianto relativa al caricabatterie.

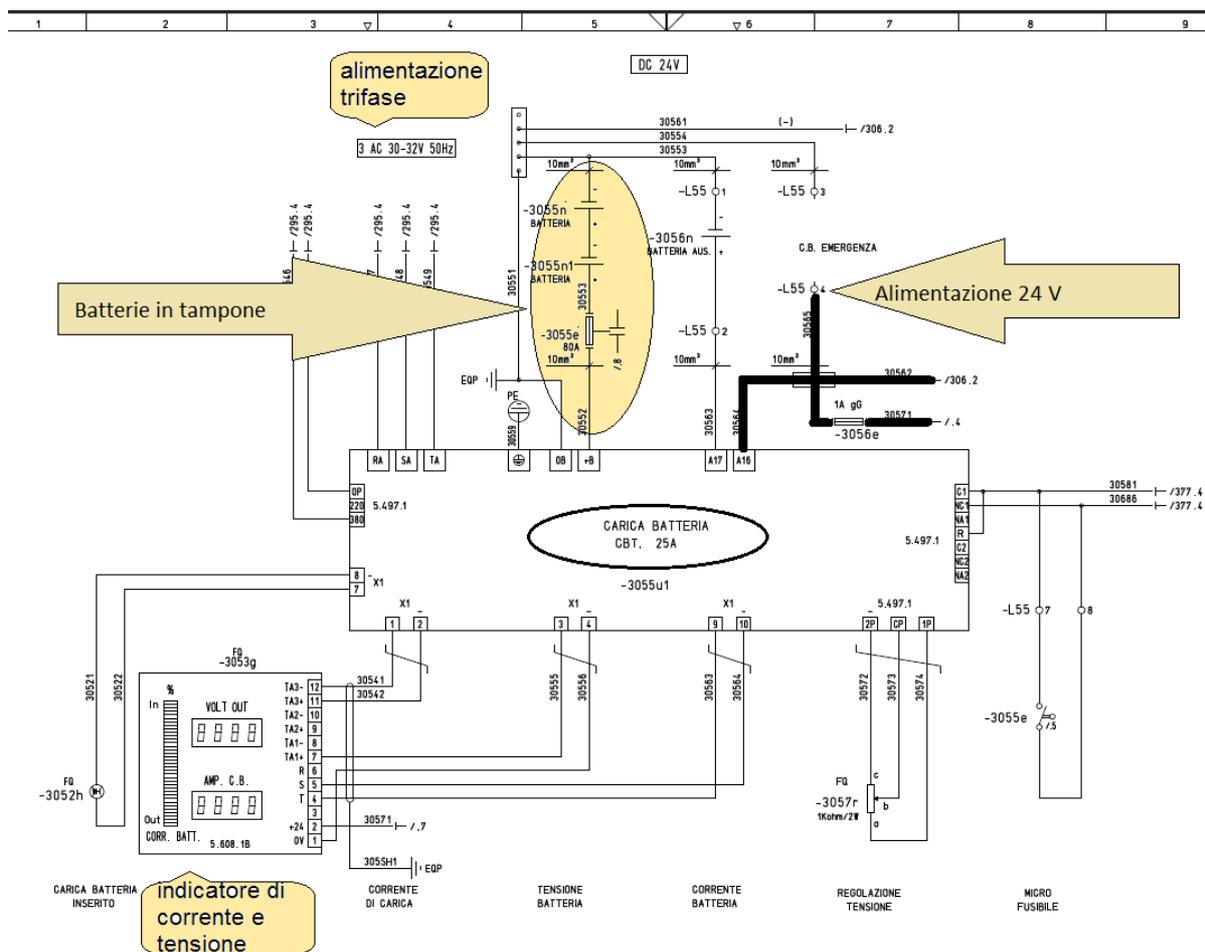


Figura 12 – schema di un caricabatteria

Come già anticipato nei capitoli precedenti, le funzioni di sicurezza devono essere alimentate dalla stessa linea del sistema di frenatura chiamato dalla funzione stessa.

Spesso, per migliorare l'affidabilità delle linee di alimentazione, si utilizzano "ponti a diodi" (vedasi l'esempio che segue) che permettono di alimentare tutte le parti del sistema di sicurezza anche in presenza di un guasto ad una delle linee di alimentazione.

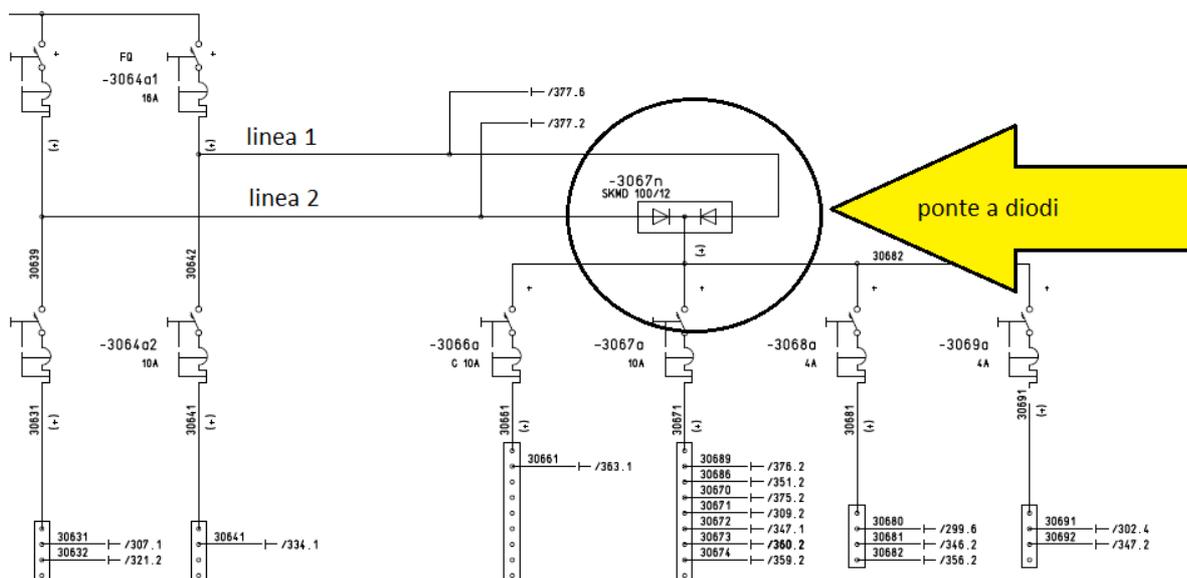


Figura 13 – Alimentazione con ponte a diodi

5.8 Lo smistamento

Per smistamento si intende quella sezione dell'impianto elettrico di funivia che serve per smistare l'energia elettrica alle varie utenze. Talvolta chiamata anche distribuzione o "distribuzione e smistamento".

In genere si tratta di un armadio in cui sono contenuti i trasformatori, i caricabatterie, gli interruttori magnetotermici di tutte le utenze di impianto (ad esempio le pompe, gli attuatori elettrici degli scambi, degli apricupola, delle pedane mobili, dei cancelli di fossa), sulla cui porta sono ubicati i selettori per l'azionamento delle suindicate utenze.

5.9 L'impianto elettrico di una sciovia

Rispetto agli altri tipi di impianto, il sistema di sorveglianza delle sciovie è stato costruito sino alla emanazione delle norme EN secondo la normativa specifica per le sciovie di cui al d.m. 706/1982.

Quindi è dal 1982 che non sono stati più fatti degli aggiornamenti alla normativa, sino all'arrivo delle norme europee, di cui si è già detto. I costruttori hanno però adattato le apparecchiature alle nuove tecnologie.

Le funzioni di sicurezza previste per tale tipologia di impianto sono generalmente in numero inferiore rispetto a quelle sin qui presentate, ma alcune di esse sono specifiche. In particolare le funzioni già illustrate e presenti anche su una sciovia sono:

- mancanza della tensione di rete;
- mancanza di una delle fasi dell'alimentazione;
- usura del freno di servizio in chiusura;
- massima coppia;
- incremento della corrente;
- protezioni degli azionamenti con motori in corrente alternata ad avviamento reostatico.

Tra le funzioni di sicurezza specifiche per la sciovia si ricordano invece le seguenti, ritenute più importanti:

Controllo del mancato sgancio dello sciatore (funzione di protezione). Questa funzione controlla che lo sciatore, raggiunta la pedana di sbarco, lasci il traino e prosegua il suo percorso lungo le vie di deflusso.

Qualora ciò non avvenga, l'impianto è arrestato per l'intervento di una pedana sensibile o di un cordino posto perpendicolarmente alla linea ed intercettati dallo sciatore non correttamente sganciatosi.

Controllo del corretto recupero dei traini (funzione di protezione). Questa funzione è posta in prossimità della puleggia di monte e verifica che i traini, dopo lo sbarco degli sciatori, siano correttamente recuperati nell'avvolgitore. La protezione è in genere realizzata da una barra orizzontale che ruota su un asse verticale in caso di urto con un traino non avvolto, oppure da una funicella a strappo.

Queste protezioni sono considerate di ausilio all'agente di stazione che deve sovrintendere al regolare sbarco degli sciatori.

5.10 L'impianto elettrico di un ammorsamento permanente

Rispetto agli altri tipi di impianto, il sistema di sorveglianza degli impianti ad ammorsamento permanente non presenta particolarità significative.

Per quanto riguarda i pulsé si veda nello specifico il § 5.12.2.

5.11 L'impianto elettrico di un ammorsamento temporaneo

5.11.1 L'architettura specifica di un ammorsamento temporaneo

L'architettura non differisce da quella di una seggiovia ad ammorsamento permanente, se non per alcune funzioni di sicurezza aggiuntive specifiche per la movimentazione dei veicoli in stazione e per il controllo della fasi di apertura e chiusura delle morse e delle cupole.

Sono quindi presenti schede monofunzionali aggiuntive o, in alternativa, sono implementati nei plc di regolazione e controllo altri moduli software dedicati alle funzioni specifiche per questo tipo di impianti.

5.11.2 Funzioni per ammorsamenti temporanei

Gli impianti ad ammorsamento temporaneo dei veicoli sono dotati di sorveglianze particolari legate al sistema di ammorsamento e disammorsamento delle morse, all'avanzamento sulle rampe, alla distanza fra i veicoli in linea, all'avanzamento dei veicoli vuoti nel giro stazione, e all'assetto geometrico delle morse e della fune, alle operazioni di ingresso e di uscita dal magazzino e di squilibrio del numero di veicoli in linea.

Sorveglianza di efficienza delle morse (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto qualora la morsa manifesti capacità di serraggio non ricompresa nei limiti di tolleranza inferiore o superiore previsti a progetto (finestra di tolleranza).

La sorveglianza è effettuata in tutte le stazioni, agisce su ciascuna morsa di ciascun veicolo ed assicura l'intervento, qualora i veicoli siano plurimorsa, anche se una sola delle morse di uno stesso veicolo non è efficiente. Si deve in ogni caso garantire che, qualora la morsa di un veicolo non superi il controllo, gli spazi ed i tempi in gioco consentano di arrestare il veicolo stesso entro la zona protetta contro i rischi derivanti dal difettoso accoppiamento. Di regola, è ammesso che la sorveglianza sia attiva nel solo verso di marcia avanti.

La funzione di sicurezza è attuata mediante due prove diverse per ciascuna morsa, secondo il principio della ridondanza diversificata, impiegando sensori di sforzo dedicati per ciascuna prova ed operanti all'interno di una sequenza di avanzamento controllata da proximity (inizio zona controllo – controllo – fine zona controllo).

Sorveglianza di anticollisione sulle rampe (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto nel caso in cui, nelle zone di trave di accelerazione e decelerazione di ciascuna delle stazioni, l'insufficiente avanzamento di un veicolo possa far insorgere il pericolo di collisione con quello che segue. L'arresto comandato deve essere il più breve presente sull'impianto (rampa rapida).

Si deve garantire che lo spazio d'arresto si mantenga a valori tali da non provocare danni alle persone anche nel caso che, per indisponibilità della prima azione frenante chiamata, si renda necessario servirsi di una seconda azione frenante, sviluppata da un diverso freno (mancata decelerazione).

Sorveglianza di minima distanza tra i veicoli in linea (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto qualora la distanza misurata sulla fune tra due veicoli in diversi punti di stazione risulti inferiore ad un valore minimo consentito (minima equidistanza) nel modo di esercizio in atto. La sorveglianza è presente in tutte le stazioni in cui avvengono ammorsamenti.

Sorveglianza di avanzamento dei veicoli vuoti nel giro stazione (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto qualora l'avanzamento dei veicoli nel giro stazione, nei tratti in cui i veicoli sono normalmente scarichi, risulti scorretto (possibilità di accumulo).

Sorveglianza di assetto geometrico delle morse e della fune (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto qualora l'assetto geometrico delle morse e/o della fune non corrisponda a quello previsto nei vari punti di stazione.

Sorveglianze di ingresso e di uscita dal magazzino (funzione di protezione). Arresta l'impianto e gli eventuali convogliatori di magazzino qualora lo stato degli organi mobili di scambio non corrisponda alla selezione comandata (normale/magazzino) e/o non sia congruente con la traiettoria che il veicolo dovrà assumere.

Sorveglianza di massimo squilibrio linea (funzione di protezione). Emette un segnale di intervento qualora la differenza assoluta tra il numero di veicoli presenti in linea sul ramo in salita ed il numero di veicoli sul ramo in discesa (squilibrio in linea) superi un valore prestabilito. Le soglie di intervento, da specificarsi in sede di progetto, sono due: allarme sonoro al superamento di una prima soglia e arresto al superamento di una seconda soglia. Il valore istantaneo dello squilibrio linea è indicato sul banco di manovra o nelle sue immediate vicinanze.

Sorveglianze delle rampe motorizzate

Si riportano di seguito le prescrizioni per le rampe di accelerazione e di decelerazione dotate di azionamento proprio (le cosiddette travi elettriche), in cui il rapporto tra la velocità che l'azionamento applica ai veicoli e la velocità della fune varia nel tempo in funzione della posizione dei veicoli medesimi. Esse si assommano a quelle ricorrenti già riportate negli altri capitoli, ad esempio quelle di azionamento, di controllo della velocità.

- **Sorveglianza di integrità della trasmissione meccanica** (funzione di sicurezza) dal motore all'ultimo rullo condotto della trave elettrica. La sorveglianza può essere realizzata, ad es., per confronto tra i segnali di velocità della dinamo tachimetrica calettata all'asse del motore e di quelle calettate sui rulli posti su una od entrambe le estremità della trave;
- **Sorveglianza di rampa libera** (funzione di sicurezza). Interviene se un veicolo sta per impegnare la rampa mentre quello che lo precede non l'ha ancora abbandonata. La sorveglianza deve in tal caso impedire che il veicolo entri in rampa e pertanto, se il veicolo è in fase di lancio, l'intervento deve determinare un blocco meccanico all'avanzamento del veicolo medesimo, mentre, se il veicolo è in avvicinamento alla stazione, l'intervento deve determinare un arresto dell'impianto;
- **Sorveglianza della velocità in rampa** (funzione di sicurezza). Verifica che il rapporto tra la velocità della trave elettrica e quella della fune (velocità di marcia) evolva nel modo richiesto, in funzione della posizione del veicolo (entro i margini di tolleranza ammissibili), altrimenti arresta l'impianto. Questa sorveglianza comanda l'arresto delle travi elettriche mediante appositi freni meccanici al fine di evitare:
 - in accelerazione, che l'ammorsamento avvenga con velocità relativa veicolo - fune troppo elevata,
 - in decelerazione (si noti che il controllo è effettuato anche appena prima che il veicolo entri in stazione), che il veicolo possa entrare nel giro stazione con velocità pericolosa per le persone.

E' tuttavia ammesso che, in accelerazione, oltre un predeterminato punto ("punto di non ritorno") detto freno non intervenga.

5.12 L'impianto elettrico di una funivia bifune

5.12.1 L'architettura specifica delle funivie bifune

Come noto, le funivie bifune si differenziano dagli altri impianti per avere un moto a va e vieni, ovvero i veicoli non transitano attraverso le stazioni ma percorrono la stessa linea prima in un verso e poi nell'altro.

L'evoluzione della tecnologia ha portato a realizzare funivie atipiche (si pensi al Funifor) ma il concetto di base non cambia.

A livello di architettura del sistema, questa caratteristica comporta la necessità di controllare, in ogni momento, la velocità e lo spazio percorso, perché tra gli eventi più rischiosi vi è il passaggio in punti singolari a velocità troppo elevate, o una non corretta decelerazione in prossimità dei sostegni o delle stazioni.

Storicamente questa funzione di conteggio è stata demandata ai cosiddetti programmatori, ovvero a sistemi meccanici che, prelevando il moto da una puleggia di deviazione, attraverso vari cinematismi, ovvero utilizzando viti senza fine, indicavano la posizione della vettura lungo il percorso, evidenziando attraverso dei microinterruttori dei punti singolari.

La velocità era poi estrapolata tramite sistemi centrifughi che attivavano dei microinterruttori al raggiungimento di determinate velocità. Nel sistema di figura, ad esempio, il moto è prelevato dall'albero (posto in basso a destra) e trasmesso, mediante dei meccanismi, ai due dispositivi centrifughi. I dispositivi, ruotando velocemente, sollevano le due slitte (dotate agli estremi di contrappeso per la regolazione fine della velocità di intervento), le quali liberano i microinterruttori (nella figura è visibile, al centro, un micro interruttore rosso a lamella) al raggiungimento della velocità prescelta. Nel dispositivo di figura le velocità di rotazione dei due elementi sono una il doppio dell'altra, in modo da rilevare due velocità diverse.



Figura 14 – dispositivo centrifugo per la determinazione delle velocità di dazio

L'avvento dell'elettronica ha portato una notevole semplificazione dei sistemi di prelevamento delle grandezze di spazio e velocità ed ha raffinato i sistemi di controllo. Oggi il programmatore non è più un oggetto meccanico, ma si tratta di un insieme di schede elettroniche che effettuano calcoli e controlli incrociati, sulla base di grandezze rilevate da dinamo tachimetriche o, più recentemente, da encoder.

Nel dettaglio per ciascuno dei programmatori (che sono due, per ridondanza) sono prelevati un segnale di spazio (mediante encoder) e un segnale di velocità (mediante encoder o dinamo tachimetrica). Ciascun programmatore effettua diversi controlli utilizzando i segnali prelevati, confrontandosi con l'altro

programmatore. Si tratta di controlli di confronto di velocità e di spazio con l'altro programmatore (confronti esterni), ma anche di confronti interni (che si realizzano trasformando i segnali di velocità in spazio e viceversa dello stesso programmatore).

Vi è poi un controllo fisico della posizione della vettura (detto punto fisso), che sfrutta in genere un sostegno di linea (aereo o fondato a terra), ove è posto un sensore per il rilevamento della posizione fisica della vettura. Questo controllo deve coincidere (a meno di una finestra di tolleranza) con le misurazioni dei programmatori.

Nella figura che segue il punto fisso è costituito da un interruttore magnetico (3) posto sul carrello della vettura e da un magnete (1) posto su un cavallotto o sul sostegno (2). Al passaggio della vettura il magnete aziona l'interruttore.

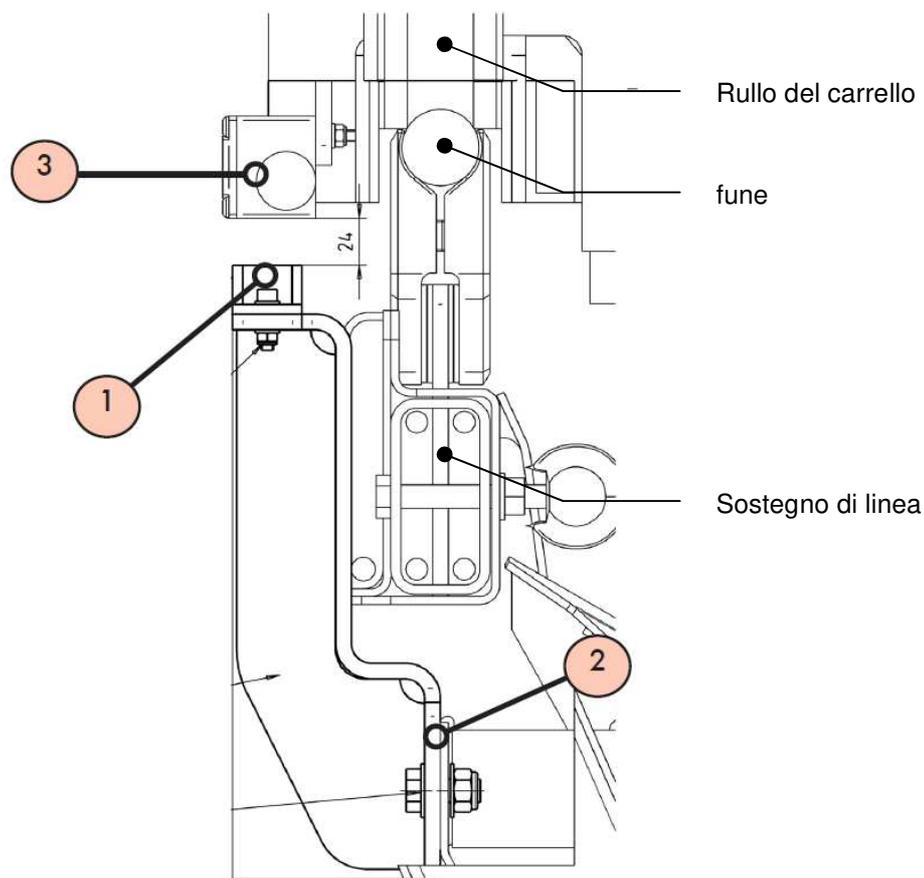


Figura 15 – Controllo di punto fisso

5.12.2 Funzioni per bifuni

Tutte le funivie bifuni sono anche dotate, oltre che delle sorveglianze comuni a tutti i tipi di impianto, di sorveglianze specifiche che riguardano il controllo delle fasi di avvicinamento ed allontanamento dalle stazioni.

Tali funzioni sono: la sorveglianza di dazio, di zona suoneria, di uomo morto, di arresto di emergenza in stazione motrice, di dazio in zone singolari, di isolamento e di contatto tra le funi, nonché le sorveglianze sulle vetture.

Sorveglianza di dazio (funzione di sicurezza). E' una particolare sorveglianza di sovravelocità estesa ai tratti del percorso nei quali la velocità massima consentita, e quindi la soglia di velocità massima, è ridotta rispetto al valore di regime e deve variare secondo una legge prestabilita in funzione dell'effettiva posizione di ciascuna vettura nel percorrere tali tratti. Ad esempio ciò accade all'approssimarsi di un sostegno, quando il veicolo può essere opportunamente rallentato per limitare il disagio dei trasportati o per questioni legate al

corretto passaggio sulle scarpe, oppure all'avvicinarsi delle stazioni. Tale sorveglianza comanda l'arresto dell'impianto qualora la velocità di marcia superi la soglia stabilita, per quel punto del percorso, che generalmente dovrebbe essere di tipo meccanico (perché l'anomalia potrebbe derivare da una non corretta regolazione del motore)

La sorveglianza è dunque operativa durante l'intera fase critica del passaggio della vettura nel tratto sorvegliato, con un valore di soglia che in ogni istante è ricalcolato, al fine di evitare situazioni pericolose quali l'impegno dei finecorsa di stazione o l'urto con il sostegno.

La sorveglianza di dazio ammette, in generale, due tipologie realizzative: la sorveglianza di dazio continuo e la sorveglianza di dazio a punti.

- **Il dazio continuo** elabora con continuità, in funzione del valore di spazio all'arrivo fornito da un programmatore, un opportuno limite superiore di velocità ("curva della velocità di dazio") e verifica se la velocità istantanea effettiva si mantiene inferiore a tale limite, emettendo altrimenti un segnale di intervento. La realizzazione della funzione di sicurezza di dazio continuo richiede che tanto l'informazione di spazio fornita dai sensori quanto il valore di spazio all'arrivo elaborato dal programmatore siano aggiornati in modo pressoché continuo.
- **Il dazio a punti** seleziona, in diversi punti del percorso stabiliti e fissi, opportuni limiti superiori di velocità ("velocità di dazio") da impiegare come soglie di confronto al passaggio del veicolo in corrispondenza di detti punti. Se al passaggio per ciascun punto, la velocità istantanea effettiva supera il valore di soglia prefissato per quella distanza dalla stazione allora viene chiamato un arresto.

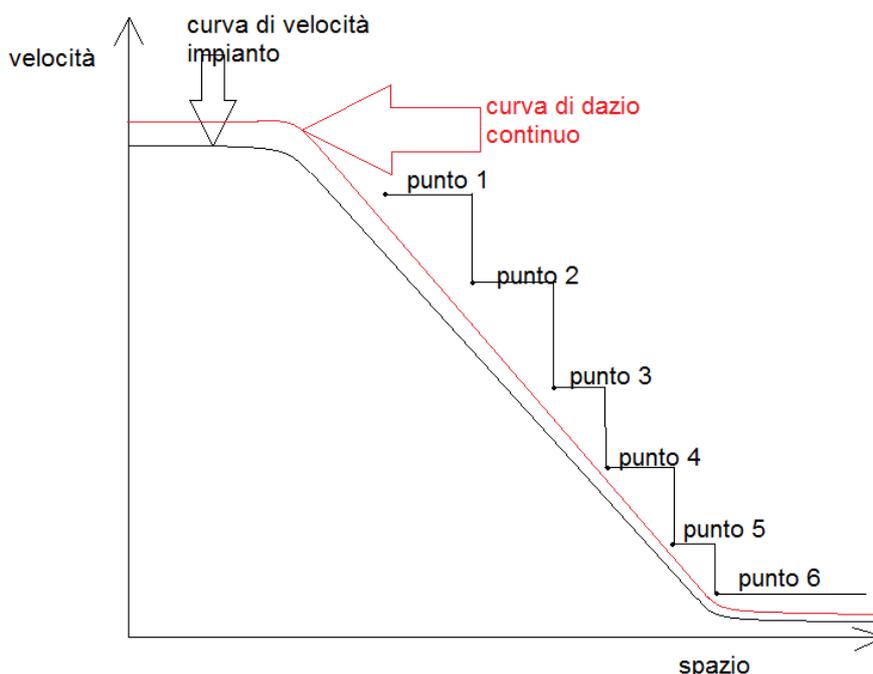


Figura 16 – dazio continuo e dazio a punti

Se l'impianto è dotato di comando automatico della velocità di marcia, nella realizzazione della sorveglianza di dazio è obbligatoria la sorveglianza di punto fisso. È inoltre ritenuta opportuna, ove fattibile, l'esecuzione di un test per confronto esterno tra i due programmatori dei valori di spazio.

Sono poi necessari due canali indipendenti per la sorveglianza di dazio (a punti o continui).

Se l'impianto è dotato di solo comando manuale della velocità di marcia, invece, nella realizzazione della sorveglianza di dazio devono essere impiegati almeno un canale per la sorveglianza di dazio continuo oppure un canale per la sorveglianza di dazio a punti. Se è utilizzato un programmatore per generare la

rampa di rallentamento (comunque sorvegliata dal personale), è inoltre necessaria la sorveglianza di punto fisso.

Sorveglianza di zona suoneria (funzione di protezione). Quando lo spazio all'arrivo diviene inferiore ad un valore prestabilito, la sorveglianza di zona suoneria emette una segnalazione acustica di vettura o treno in avvicinamento, tacitabile mediante applicazione del comando di uomo morto, cioè di un pedale o un pulsante che è premuto continuamente dal macchinista sino all'arresto.

Sorveglianza di uomo morto (funzione di sicurezza). Quando lo spazio all'arrivo diviene inferiore ad un valore prestabilito (ingresso dei veicoli in "zona uomo morto") e, contemporaneamente, manca il consenso di uomo morto (cioè il pedale o il pulsante non vengono premuti) tale sorveglianza comanda l'arresto dell'impianto.

Sorveglianza di arresto di emergenza in stazione motrice (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto mediante intervento a scatto del freno di emergenza qualora una vettura oltrepassi il fine corsa di arresto in stazione motrice (1° finecorsa) e raggiunga il finecorsa di emergenza (2° finecorsa).

Sorveglianza di stazionamento (funzione di sicurezza). Arresta l'impianto con intervento del freno di emergenza a scatto quando, sebbene lo stesso non sia in marcia, si rilevi uno spostamento delle cabine superiore ad un valore di taratura espresso in metri, e generalmente tarato a 0,5 m. Se per scelta progettuale il freno di emergenza cade alla fine di ogni arresto, tale protezione non è richiesta.

Sorveglianze sulle vetture

Sorveglianza di chiusura porte (funzione di protezione). Arresta l'impianto qualora le porte delle vetture non siano completamente chiuse e bloccate.

Sorveglianza di apertura dei freni di vettura (funzione di protezione). Emette un segnale di intervento qualora i freni di vettura non siano completamente aperti. L'intervento deve comportare l'emissione di un comando di arresto.

Altre funzioni sono presenti in vettura e riguardano in genere le centraline idrauliche dei freni, la carica delle batterie di vettura, i sistemi di rilevazione dell'allentamento delle funi di trazione, per citare le più importanti.

Un caso particolare, infine, è rappresentato dagli impianti a moto unidirezionale intermittente (ad esempio i **pulsé**), sia ad arresto in stazione che a transito a velocità limitata. Per essi valgono in generale le prescrizioni per le funivie bifune, ed in particolare sono previste tutte le sorveglianze specifiche sopra elencate, fatta salva quella di arresto di emergenza in stazione motrice. Altre sorveglianze sono attivate a seconda delle necessità, in ottemperanza alle seguenti indicazioni:

- la sorveglianza di massima velocità in zone singolari è impiegata solo quando si rende necessaria;
- la sorveglianza di chiusura porte è impiegata nel caso di veicoli a chiusura automatica;
- se il pulsé è di tipo bifune, è richiesta la sorveglianza di isolamento e contatto tra le funi;
- se il pulsé è di tipo monofune, è richiesta la sorveglianza di assetto rulliere e di scarrucolamento della fune;
- se i veicoli sono a collegamento temporaneo, si devono impiegare le relative sorveglianze.

5.13 La lettura degli schemi elettrici

5.13.1 Principi di base

Uno schema o diagramma elettrico è la rappresentazione semplificata di un circuito elettrico o elettronico che fa uso di simboli convenzionali.

I circuiti elettrici negli impianti a fune sono costituiti da una fonte di energia, da conduttori, da interruttori e da utilizzatori. Ogni circuito elettrico ha una ben precisa funzione da compiere, ed in particolare svolge le funzioni elencate e descritte nei precedenti capitoli.

Alcuni concetti di base vanno chiariti, prima di entrare nel dettaglio della rappresentazione dei circuiti.

Si definisce circuito con **corrente di riposo** un circuito percorso normalmente da una corrente permanente. L'intervento della funzione desiderata si ottiene interrompendo il flusso di corrente. **Le funzioni di sicurezza degli impianti a fune sono nella quasi totalità a corrente di riposo.**

Si definisce circuito con **corrente attiva** un circuito non percorso normalmente da corrente. L'intervento della funzione desiderata si ottiene alimentando con una corrente il circuito. In gergo si usa dire **“a lancio di corrente”**. Rare sorveglianze degli impianti sono svolte con circuiti a lancio, ad esempio la bobina di sgancio automatico degli interruttori generali è alimentata a lancio di corrente.

Gli schemi elettrici di funivia sono però rappresentati, per convenzione, in uno stato di assenza di corrente. Ad esempio i contatti del relé di consenso alla marcia, che durante l'esercizio rimane sempre eccitato (ad eccezione degli arresti e degli stazionamenti), sono disegnati nella posizione di relé diseccitato. Il contatto “normalmente aperto” è quindi disegnato aperto, anche se nel funzionamento in esercizio si troverà chiuso.

Questa convenzione va assimilata sin da subito, per non incorrere in confusione quando si entrerà nel dettaglio.

Oltre ai componenti del circuito stesso e ai loro collegamenti, lo schema può presentare informazioni circa le proprietà dei segnali che lo caratterizzano, come i valori di tensione o intensità di corrente, ed eventualmente anche le loro forme d'onda. La disposizione dei componenti nello schema non corrisponde necessariamente alla loro posizione fisica nel circuito vero e proprio; le loro connessioni rispecchiano però quelle reali.

Gli schemi elettrici sono indispensabili, oltre che per la progettazione, per la manutenzione dei dispositivi elettrici ed elettronici e per la ricerca dei guasti in esercizio.

Quando la complessità dell'apparecchio è tale da non permettere la sua rappresentazione su un unico foglio, lo schema viene suddiviso in più **fogli**, documentando in modo chiaro l'indispensabile interruzione grafica dei collegamenti elettrici tra un foglio e l'altro. Nel caso l'apparecchio sia costituito da più circuiti aventi funzioni diverse, come nel caso degli impianti a fune, lo schema elettrico viene suddiviso in **sezioni**, ognuna relativa al proprio blocco circuitale, spesso coincidente con l'armadio fisico in cui i circuiti sono contenuti.

La qualità della stesura grafica dello schema elettrico nonché la relativa documentazione dei segnali presenti nel circuito, influisce fortemente sulla possibilità di operare sul circuito in caso di manutenzione o malfunzionamento.

Si segnala infine che la nomenclatura degli schemi elettrici è cambiata negli anni, sino ad arrivare, ai nostri giorni ad una unificazione europea. Capiterà però di trovare simbologie e logiche di disegno degli schemi molto diverse tra impianti a fune vecchi e nuovi. Nel capitolo si cercherà quindi di spaziare attraverso le diverse simbologie, sperando di non ingenerare troppa confusione!

Senza soffermarci sul funzionamento dei vari componenti, si presenta un primo schema semplificato che permette di capire come si legge uno schema elettrico.

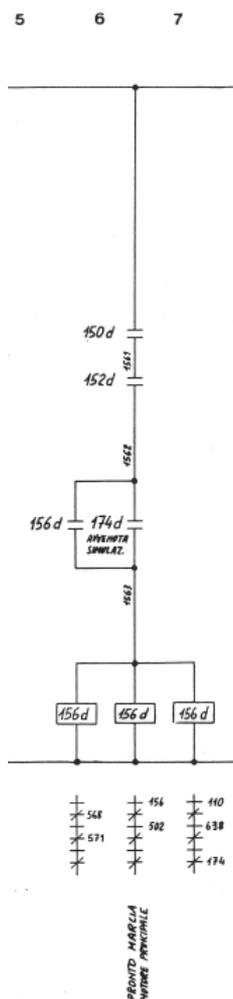


Figura 17 – esempio di logica di funzionamento di una catena di contatti

Nella figura a lato è presentata una catena a relé (secondo la vecchia nomenclatura italiana). Partendo dall'alto si notano di numeri 5, 6 e 7, che identificano la posizione nella pagina dei componenti. La pagina è la 15, desumibile dalle prime cifre dei componenti in essa contenuti.

Seguendo il filo (non numerato in questo estratto) si incontrano due contatti in serie, chiamati 150d e

152d: si tratta dei contatti dei relé omonimi che agiscono sulla catena in esame. Notiamo che sono disegnati aperti: significa che se i relé sono eccitati, passa corrente attraverso il contatto, mentre se non lo sono non passa corrente. Come ricordato, per convenzione gli schemi sono disegnati sempre in assenza di corrente.

Proseguendo lungo il filo, si incontrano altri due contatti posti in parallelo: si tratta dei contatti dei relé 156d e 174d.

Si segnala che i relé 150d, 152d e 174d non compaiono in questo estratto perché la loro posizione è esterna all'estratto stesso (nel caso dei relé 150d e 152d), oppure contenuta in altra pagina (nel caso del relé 174d, che si troverà a pagina 17).

Infine la catena si conclude con 3 relé (che in questo schema hanno, impropriamente lo stesso nome, 156d), i cui contatti, indicati in basso, sono ubicati in altre pagine dello schema, secondo la loro numerazione (il numero posto a fianco del simbolo del contatto, infatti, indica la loro posizione negli schemi). Per convenzione, se la linea che rappresenta i contatti, nella parte bassa dello schema, è barrata in diagonale, significa che sono contatti normalmente chiusi (cioè che fanno passare corrente, se il relé di riferimento è diseccitato), in caso contrario sono normalmente aperti, come il caso dei contatti del relé di mezzo (156d) che insistono sulla catena in esame.

Vediamo cosa succede a questa catena simulando degli eventi.

Se il relé 150d e il relé 152d sono eccitati e se il relé 174d è eccitato, allora i relé 156d si eccitano e si chiude il contatto ad essi relativo disegnato in catena.

Se invece anche uno solo dei relé 150d, 152d o 174d è diseccitato, i relé 156d non si eccitano.

Se i relé 156d sono eccitati ed il relé 174d si diseccita all'improvviso, i relé 156d rimangono comunque eccitati perché il contatto 156d in catena continua ad essere chiuso.

5.13.2 I principali componenti e i loro simboli (nomenclatura italiana)

Per **componente elettrico** si intendono tutti quegli oggetti che producono, invertono, trasformano o trasmettono energia elettrica.

Negli schemi elettrici, tutti i componenti che vi appaiono sono identificati attraverso un simbolo e una sigla che rendono più chiara la loro funzione.

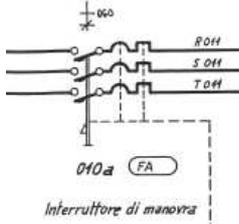
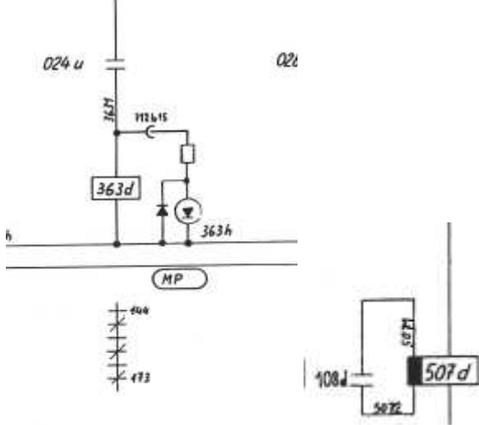
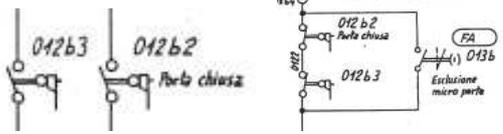
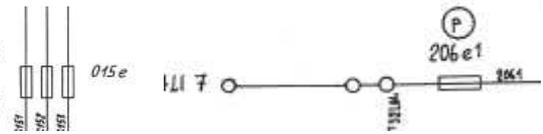
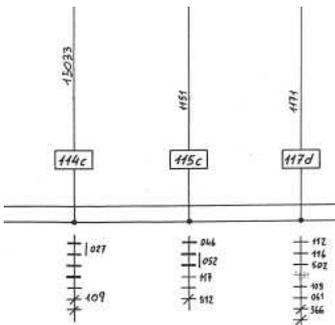
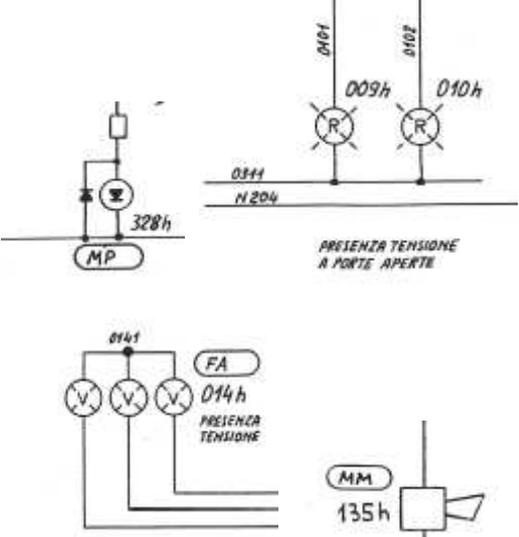
Nella tabella che segue sono riportate le lettere identificative dei principali componenti secondo l'attuale norma EN 60617 e quelle utilizzate sui vecchi impianti a fune ancora in esercizio. Attenzione, la corrispondenza non è sempre esatta!

Lettera EN 60617	Componente	Esempio	Lettera vecchi impianti
A	Componenti assemblati	Pulpito, apparecchio elettronico	U
B	Convertitore	Cella di carico, convertitore	
C	Capacità	Condensatore	K
D	Dispositivo di memoria	Disco fisso, CD, HD	
E	Diversi	Illuminazione, riscaldamento	
F	Dispositivo di sicurezza per le persone	Fusibili, interruttori differenziali, parafulmini	E
G	Generatore, alimentatore	Generatore, batteria	N
H	Segnalazione	Lampade, sirene, campane	H
K	Teleruttori, relé		D
L	Induttività	Bobina di reattanza	
M	Motori		M
N	Regolatori	regolatori elettronici	
P	Strumenti di misura	Voltmetro, amperometro	G
Q	Apparecchi di interruzione di correnti elevate	Interruttore principale, teleruttori	A, C
R	Resistenze	Reostati, potenziometri	R
S	Interruttori	Pulsanti, selettori	B
T	Trasformatori	Trasduttori di tensione, trasformatori	
U	Invertitore	Inverter,	
V	Semiconduttori	Diodi, thyristors	
W	Conduttori	Cavi elettrici	
X	Morsetti e collegamenti a spina	Morsettiere, prese di corrente	

Tabella 1 – lettere di riferimento per componente

5.13.2.1 Lettere identificative sui vecchi impianti

Segue un elenco delle principali lettere identificative sui vecchi impianti, con una figura di esempio.

 <p>a = interruttore di manovra</p>	 <p>d = relé, relé temporizzati</p>
 <p>b = selettori, chiavi, pulsanti</p>	 <p>e = fusibili</p>
 <p>c = contattori</p>	 <p>h = lampadina, segnalazione luminosa, sirena</p>

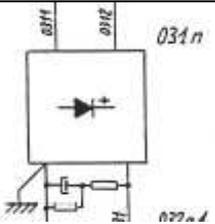
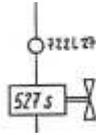
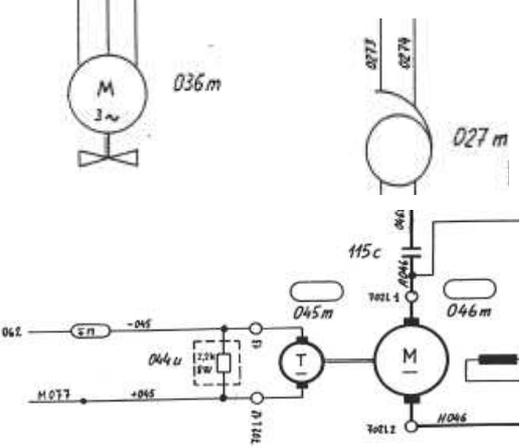
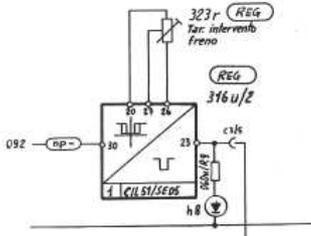
 <p>g = strumenti di misura</p>	 <p>r = potenziometro, resistenza, res. variabile</p>
 <p>n = raddrizzatori, caricabatterie, batterie</p>	 <p>s = elettrovalvola</p>
 <p>m = macchina, trasformatore, motore, dinamo</p>	 <p>u = scheda elettronica, diodo</p>

Figura 18 – principali lettere identificative di componenti utilizzate sui vecchi impianti

5.13.2.2 Aspetti comuni per ogni foglio

La figura seguente mostra una pagina tipo di uno schema elettrico realizzato secondo la nomenclatura italiana in uso sui vecchi impianti.

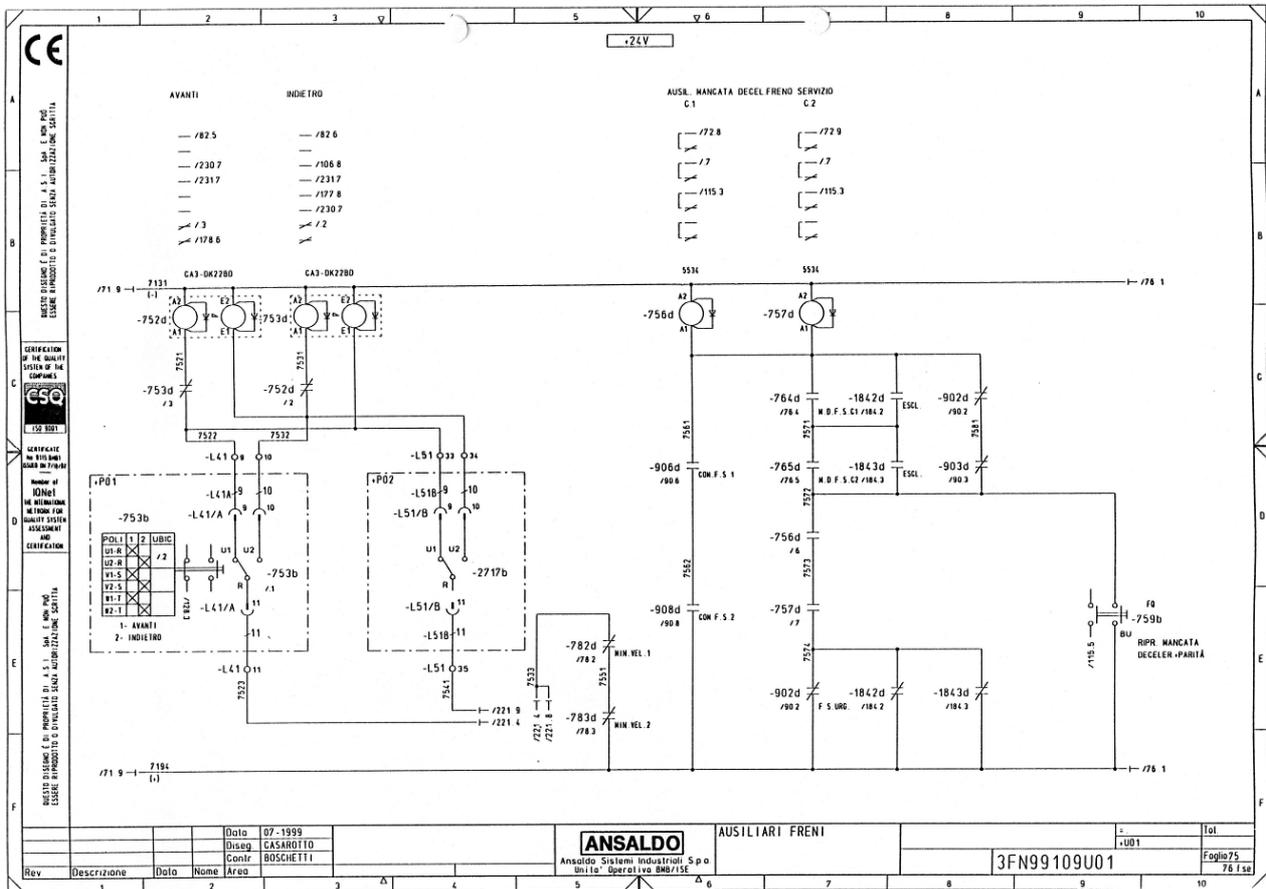


Figura 19 – una pagina di schema elettrico tradizionale

5.13.2.3 Identificazione del quadro elettrico

All'interno di ogni pagina di schema, viene indicato il quadro elettrico a cui ci si riferisce. Ogni quadro elettrico è identificato da una sigla costituita da segno +, una lettera che indica il quadro di riferimento (ad esempio U = quadro delle sicurezze, P = pulpito, S = smistamento, R = recupero, P1 = principale 1, P2 = principale 2..) ed un numero che identifica la stazione (01 = motrice, 02 = rinvio).

Tale indicazione è generalmente posta in basso a destra nella pagina.

In basso alla sinistra di questa indicazione è posto un codice alfanumerico che identifica il disegno nel suo complesso, indicando la sezione (3FN nella figura seguente), l'anno di fabbricazione (99), il numero di commessa (109), il quadro di riferimento (U01).

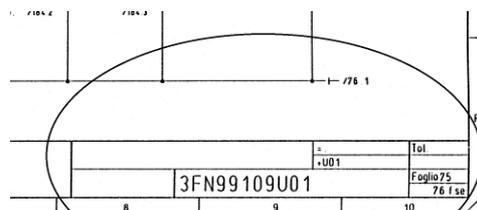


Figura 20 – codice alfanumerico identificativo del disegno



Sul lato sinistro è posto un banner con le indicazioni di certificazione e la proprietà.

In basso a sinistra vi è il riquadro delle revisioni (numero revisione, data, nome) a fianco invece la data, l'autore ed il controllore originari.

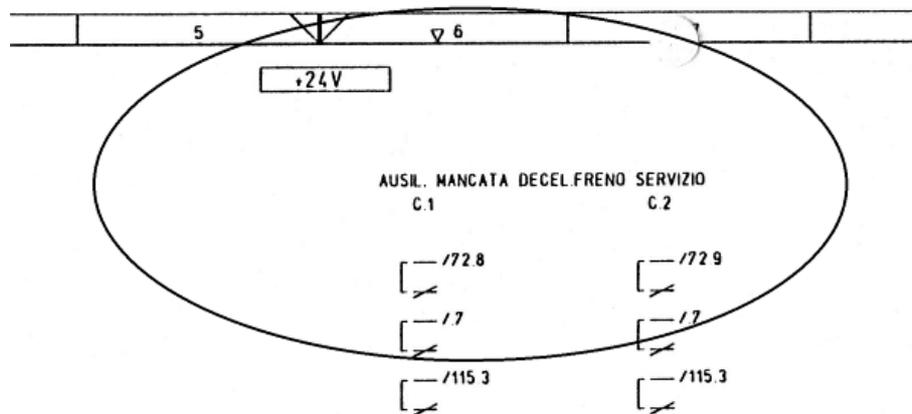
Rev	Descrizione	Data	Nome	Area		
1					3	Δ

Proseguendo verso destra è posto il nome della ditta e la denominazione della sottosezione ("ausiliari freni" nella figura che segue).

Nelle cornici superiore ed inferiore del foglio sono inseriti dei numeri progressivi (da 1 a 10) che indicano la posizione dei componenti nel foglio, mentre in quelle laterali di destra e sinistra vi sono delle lettere che hanno la medesima funzione: in questo modo è possibile determinare univocamente le "coordinate" di ciascun componente. Tuttavia, nel mondo funiviario, le lettere sono però spesso tralasciate.

				ANSALDO		AUSILIARI FRENI				Tot
				Ansaldo Sistemi Industriali S.p.a Unità Operativa BMB/ISE				3FN99109U01		Foglio 75 76 f se
4	5	6	7	8	9	10				

All'interno del fogli, partendo dall'alto, è indicato il tipo di alimentazione dei circuiti disegnati sulla pagina, quindi la descrizione del componente (ad esempio il nome, il canale di riferimento).



Segue, nel caso dei relé, l'elenco dei contatti con una sigla che identifica la loro posizione negli schemi, così composta:

- indicazione della sezione (se nulla è inserito, è la medesima sezione in esame);
- barra inclinata di separazione “/”;
- pagina (se nulla è inserito, è la medesima pagina);
- punto di separazione “.”;
- posizione all'interno della pagina.

Nell'esempio di figura, quindi, il primo contatto aperto del relé si trova a pagina 72 della medesima sezione di schema, in posizione 8), mentre il secondo contatto è in questa stessa sezione e pagina, ma in posizione 7.

5.13.2.4 Identificazione dei componenti

Per quanto riguarda i **componenti**, esiste una ben precisa nomenclatura. Oltre alla lettera che li identifica, di cui si è parlato poco sopra, vi sono altri elementi indicatori, che ne determinano univocamente la posizione, ed il ruolo.

Nell'esempio si descrive genericamente come denominare un componente:

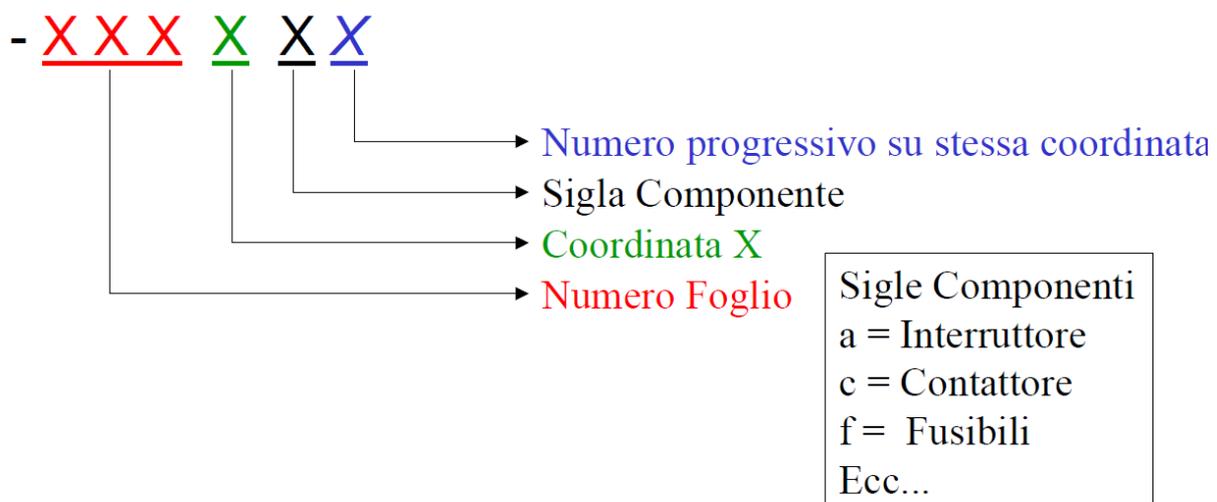


Figura 21 – denominazione di un componente

Con riferimento alla precedente Figura 17, quindi, la denominazione corretta dei tre relé 156d sarebbe dovuta essere 0156d1, 0156d2 e 0156d3 .

Identificativo dei conduttori

5.13.3 I principali componenti e i loro simboli (nomenclatura CE)

A partire dagli anni 2000 è stato introdotto un sistema generale di designazione basato su funzione, ubicazione e componente, secondo la norma europea EN 60617 e la successiva CEI EN 61082-1/2.

La prima introduce una simbologia unificata in tutta Europa, la seconda introduce la suddivisione degli schemi per funzioni di macchina.

5.13.3.1 Identificazione della funzione

Ogni funzione di macchina è identificata da un segno di eguaglianza ("=") divisa in due parti separate da un punto. La prima parte identifica la posizione nei quadri elettrici (denominata, nella figura di esempio, "funzione elettrica"). La seconda parte identifica, dove presente, la funzione meccanica.

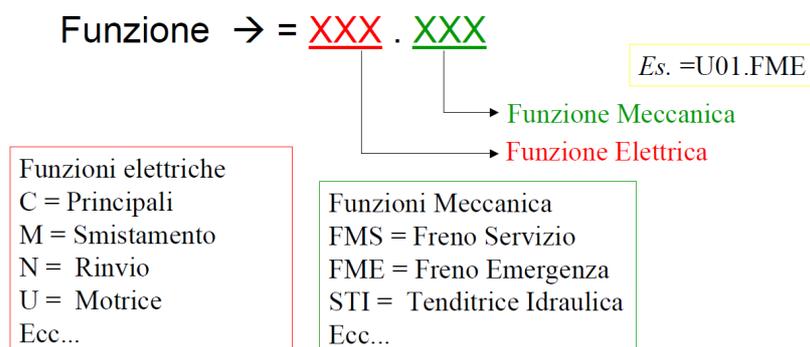


Figura 25 – nomenclatura funzione EN

La funzione elettrica coincide talvolta con la suddivisione in circuiti dell'apparecchiatura elettrica, descritta al § 5.1.1.

Per comprendere meglio cosa si intende per funzione meccanica, segue un elenco delle principali sezioni che raggruppano l'insieme dei circuiti relativi alle funzioni che normalmente si possono incontrare in un impianto a fune:

SB, FMS = freno di servizio;

EB, FME = freno di emergenza;

MD, P1, P2 = principale;

MDFS = mancata decelerazione del freno di servizio;

TEN, STI = funzioni relative al tenditore idraulico;

CDS = circuito di sicurezza;

REC = azionamento di recupero;

ST, SS = sicurezze di stazione, quali proximity, controllo morse, sagome...;

CAN, MC = funzioni relative al cancelletto di imbarco;

LV = smistamento in bassa tensione.

5.13.3.2 Identificazione del quadro

Ogni quadro elettrico è identificato, come indicato nella figura seguente, da una sigla composta da un segno più ("+") seguito da un codice numerico, in genere progressivo, che identifica l'edificio in cui è installato.

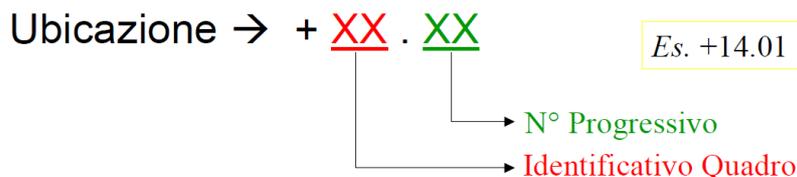


Figura 26 – nomenclatura quadro EN

Segue un esempio.

Totale / Total	Descrizione Description		Denominazioni Denominations			
	Funzione Function	Ubicazione Location				
5	=U01.UEM1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA MORSE UEM1	PLC RACK	VIGE CONTROL UEM1
5	=U01.UEM1	+20.01	INGRESSI ANALOG	SORVEGLIANZA MORSE UEM1	ANALOG. INPUTS	VIGE CONTROL UEM1
5	=U01.UEM1	+20.01	INGRESSI PLC	SORVEGLIANZA MORSE UEM1	PLC INPUTS	VIGE CONTROL UEM1
5	=U01.UEM1	+20.01	USCITE PLC	SORVEGLIANZA MORSE UEM1	PLC OUTPUTS	VIGE CONTROL UEM1
11	=U01.UEG1	+20.01	RACK PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC RACK	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	RACK PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC RACK	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	RACK PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC RACK	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	INGRESSI PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC INPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	USCITE PLC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	PLC OUTPUTS	GEOM. MONITORING UEG1
11	=U01.UEG1	+20.01	AUSILIARI DC	CONTR. GEOMETRICO UEG1	DC AUXILIARIES	GEOM. MONITORING UEG1
4	=U01.UEC1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA COPPIA UEC1	PLC RACK	TORQUE CONTROL UEC1
4	=U01.UEC1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA COPPIA UEC1	PLC RACK	TORQUE CONTROL UEC1
4	=U01.UEC1	+20.01	USCITE ANALOGICHE	SORVEGLIANZA COPPIA UEC1	ANALOG. OUTPUTS	TORQUE CONTROL UEC1
4	=U01.UEC1	+20.01	USCITE PLC	SORVEGLIANZA COPPIA UEC1	PLC OUTPUTS	TORQUE CONTROL UEC1
5	=U01.UEV1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA VELOCITÀ UEV1	PLC RACK	SPEED CONTROL UEV1
5	=U01.UEV1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA VELOCITÀ UEV1	PLC RACK	SPEED CONTROL UEV1
5	=U01.UEV1	+20.01	INGRESSI ANALOG	SORVEGLIANZA VELOCITÀ UEV1	ANALOG. INPUTS	SPEED CONTROL UEV1
5	=U01.UEV1	+20.01	USCITE ANALOGICHE	SORVEGLIANZA VELOCITÀ UEV1	ANALOG. OUTPUTS	SPEED CONTROL UEV1
5	=U01.UEV1	+20.01	USCITE PLC	SORVEGLIANZA VELOCITÀ UEV1	PLC OUTPUTS	SPEED CONTROL UEV1
5	=U01.UEND1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA MANC. DECELERAZIONE UEND1	PLC RACK	DECEL. RATE FAILURE CONTROL UEND1
5	=U01.UEND1	+20.01	RACK PLC	SORVEGLIANZA MANC. DECELERAZIONE UEND1	PLC RACK	DECEL. RATE FAILURE CONTROL UEND1
5	=U01.UEND1	+20.01	INGRESSI ANALOG	SORVEGLIANZA MANC. DECELERAZIONE UEND1	ANALOG. INPUTS	DECEL. RATE FAILURE CONTROL UEND1
5	=U01.UEND1	+20.01	INGRESSI PLC	SORVEGLIANZA MANC. DECELERAZIONE UEND1	PLC INPUTS	DECEL. RATE FAILURE CONTROL UEND1
5	=U01.UEND1	+20.01	USCITE PLC	SORVEGLIANZA MANC. DECELERAZIONE UEND1	PLC OUTPUTS	DECEL. RATE FAILURE CONTROL UEND1

Figura 27 –Esempio di funzioni elettriche e ubicazione

All'interno di uno schema elettrico, la descrizione della funzione e l'ubicazione sono indicate in basso a destra dello schema.

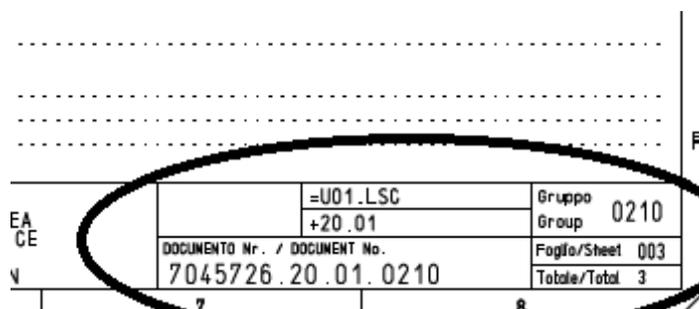


Figura 28 – indicazione nello schema della funzione elettrica e ubicazione.

5.13.3.3 Identificazione dei conduttori

I conduttori, in generale, non sono identificati con un numero dedicato, in quanto questa necessità è superata dal fatto che vengono identificate le connessioni. Fanno eccezione i conduttori che, per la loro funzione, compaiono su molti fogli di sezioni diverse, che di fatto sono i conduttori di alimentazione positiva

e negativa, che sono identificati col potenziale seguito da due punti “(:)”e da un numero progressivo. Si hanno, ad esempio: “24V:01” e “0V:01”.

Per gli altri conduttori, invece, vale quanto segue:

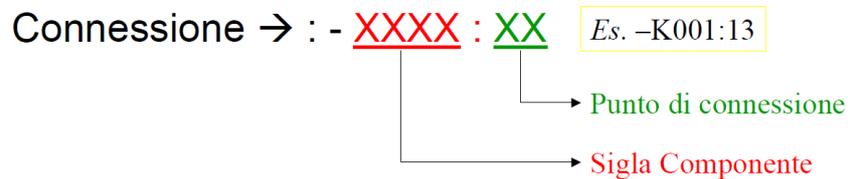


Figura 29 – nomenclatura connessione EN

Per fare degli esempi, se scriviamo -K021 stiamo indicando genericamente il relé 21. Se scriviamo – K021:A1 stiamo invece indicando un conduttore che ha il punto di connessione con il relé K021 sull'ingresso A1 del relé.

5.13.3.4 Identificazione dei componenti

I **componenti** sono identificati da una sigla composta da un segno meno ("-"), da una lettera che identifica la categoria funzionale del componente e da un numero progressivo.

La normativa europea impone la seguente nomenclatura:

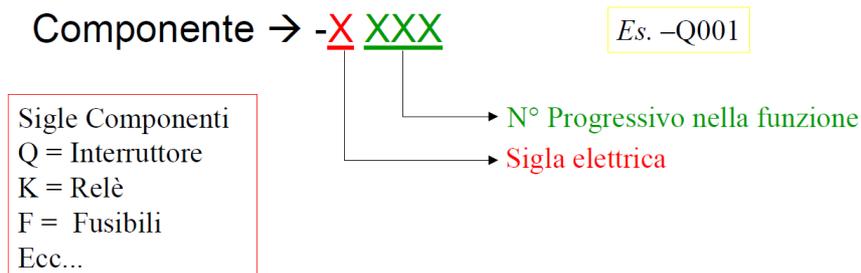


Figura 30 – nomenclatura componente EN

L'ubicazione e la funzione non sono evidenziate a fianco del simbolo del componente all'interno della pagina, ma come detto sono visibili in basso a destra (vedi Figura 28). Ne consegue che all'interno di uno schema elettrico si potranno trovare più componenti con lo stesso nome (ad esempio il relé K001), ma l'identificazione sarà resa univoca facendo riferimento anche alle sue due funzioni (elettrica e meccanica) e all'ubicazione. Ad esempio, immaginando che il relé K001 sia contenuto nella prima pagina descritta nella prima riga della Figura 27, la sua nomenclatura univoca completa sarà:

=U01.UEM1 +20.01 - K001

Anche se già presentata, si riprende la tabella che riporta le lettere che identificano i componenti secondo la dicitura europea:

Lettera	Elemento
B	Convertitori di misura
C	Condensatori
D	Dispositivi di memorizzazione

Lettera	Elemento
E	Filtri elettrici
F	Sganciatori a bimetallo
F	Pressostati
F	Fusibili (per correnti deboli, di alto amperaggio in cortocircuito, di segnale)
G	Convertitori di frequenza
G	Generatori
G	Softstarter
G	UPS
H	Apparecchi di segnalazione ottica e acustica
H	Spia di segnalazione
K	Relè ausiliario
K	Contattore ausiliario
K	Contattore a semiconduttori
K	Contattore di potenza
K	Temporizzatore
L	Bobine di induttanza
M	Motore
N	Amplificatori tampone, amplificatori invertitori
P	Apparecchio di misura
Q	Sezionatori sotto carico
Q	Interruttori automatici di potenza per protezione
Q	Interruttori di protezione motore
Q	Avviatori stella-triangolo
Q	Sezionatori
R	Resistenza
S	Elementi di comando
S	Pulsante
S	Interruttori di fine corsa
S	Interruttore
T	Trasformatore di tensione
T	Trasformatori
U	Trasformatori di frequenza
V	Diodi

Tabella 2 – lettera identificative dei componenti secondo EN

5.13.3.5 Simbologia

Per quanto riguarda i simboli, essi sono riportati nella norma europea EN 60617, che è suddivisa in 13 parti, in quanto copre ogni campo applicato dell'elettronica e elettrotecnica. Nel seguito si riporta una selezione dei simboli che più frequentemente sono utilizzati negli schemi degli impianti a fune, mentre si rimanda alla norma per una più completa elencazione.

	Corrente continua Il valore della tensione può essere indicato a destra ed il tipo di sistema a sinistra del segno grafico ESEMPIO: 2/M== 220/110 V
	Corrente alternata Il valore della frequenza o della banda di frequenza può essere indicato a destra del segno grafico.
+	Polarità positiva
-	Polarità negativa
N	Neutro Questo simbolo per conduttore neutro è tratto dalla Norma CEI 16-2
	Terra, segno generale Per definire la natura e lo scopo della terra si possono aggiungere informazioni supplementari.

	Convertitore, segno grafico generale, ad esempio: Convertitore di potenza Convertitore di segnale Convertitore di misura Se il senso di conversione non è evidente, esso può essere indicato da una freccia su uno dei lati del segno grafico. Un simbolo di grandezza, forma d'onda, ecc. in entrata o in uscita, può essere messo in ciascuna delle due parti del segno grafico generale per indicare il tipo di conversione. Per gli esempi vedere Norma IEC 617-6 e -10.
	Conduttore Gruppo di conduttori ESEMPLI: <ul style="list-style-type: none"> ■ conduttore ■ cavo ■ linea ■ linea di propagazione Se un tratto unico rappresenta un gruppo di conduttori, il numero dei conduttori può essere indicato o da più tratti obliqui, o da un solo tratto obliquo completo di cifra relativa al numero dei conduttori. La lunghezza del segno grafico del conduttore può essere adattata secondo la disposizione dello schema ESEMPLI: Tre conduttori Altre informazioni potranno essere aggiunte come segue: <ul style="list-style-type: none"> ■ natura della corrente ■ sistema di distribuzione ■ frequenza ■ tensione ■ numero dei conduttori ■ sezione di ciascun conduttore ■ simbolo chimico del materiale del conduttore Il numero dei conduttori è seguito dalla sezione, separato da x. Se si usano conduttori con sezione diversa dai primi, il loro numero e sezione saranno preceduti dal segno + ESEMPLI: Circuito a corrente continua 110 V, due conduttori da 120 mm ² di alluminio Circuito trifase, 50 Hz, 400 V, tre conduttori da 120 mm ² , con neutro da 50 mm ² 3N può essere sostituito da 3+N
Forma 1 Form 1 	
Forma 2 Form 2 	

	Derivazione Punto di connessione
	Morsetto
	Morsettiera Si può aggiungere la numerazione dei morsetti
	Presa e spina Vedi regole di applicazione dei segni grafici 03-03-01 e 03-03-03
	Resistore, segno generale
	Condensatore, segno generale
	Induttore Bobina Avvolgimento Smorzatore Se si vuole indicare la presenza di un nucleo magnetico, si può tracciare un tratto parallelo al segno. Quando il nucleo non è magnetico, questo tratto deve portare un'indicazione supplementare. Il tratto può essere interrotto per indicare la presenza di un traferro del nucleo
	Diodo a semiconduttore, segno generale
	Macchina rotante, segno grafico generale L'asterisco, *, deve essere sostituito da una designazione letterale come segue: C Convertitore rotante G Generatore GS Generatore sincrono M Motore MG Macchina che può servire come motore o come generatore MS Motore sincrono I segni 02-02-01 e 02-02-04 possono completare la designazione letterale, come indicato nei segni delle sezioni da 5 a 8 Per i generatori di potenza non rotanti, vedere sezione 16
	Motore asincrono trifase, con rotore in corto circuito (a gabbia)

<p>Forma 1 Form 1</p>	Trasformatore a due avvolgimenti
	Convertitore, segno grafico generale
	Convertitore da corrente continua a corrente continua
	Raddrizzatore
	Raddrizzatore a due semionde (a ponte)
	Invertitore
	Raddrizzatore/Invertitore
	Elemento di pila Elemento di accumulatore Elemento di pila o di accumulatore Il segmento più lungo rappresenta il polo positivo, il più corto il polo negativo

Forma 1 Form 1		Contatto di chiusura Questo segno grafico è anche usato come segno generale di un interruttore inteso come dispositivo meccanico per chiudere e aprire un circuito.
Forma 2 Form 2		
		Contatto di apertura
		Contatto di scambio con interruzione momentanea
		Contatto di chiusura, ritardato alla chiusura
		Contatto di chiusura, ritardato all'apertura
		Contatto di chiusura con comando manuale, segno generale
		Contatto di chiusura, con comando a pulsante ed a ritorno automatico
		Contatto di apertura con comando di arresto di emergenza (azionato da un pulsante con "testa a fungo") e, a posizione mantenuta, a manovra positiva di apertura

	Contattore Contatto di chiusura principale (contatto aperto in condizione di riposo)	
	Contattore ad apertura automatica, determinata da un relè o sganciatore di misura incorporato	
	Contattore Contatto di apertura principale (contatto chiuso in condizione di riposo)	
	Interruttore (di potenza)	
	Sezionatore	
	Meccanismo ad apertura libera Le linee tratteggiate che rappresentano le diverse parti del sistema di collegamento devono essere disposte nel modo seguente: Dal dispositivo di comando di chiusura ed apertura Verso i contatti principali ed ausiliari * Dal dispositivo di comando con funzione di apertura; sono rappresentati due luoghi a scelta. ESEMPIO: Apparecchio meccanico di interruzione, tripolare, motorizzato o manuale, con meccanismo ad apertura libera e: <ul style="list-style-type: none"> ■ sganciatore termico di sovraccarico ■ sganciatore di massima corrente ■ attuatore manuale con dispositivo di mantenimento ■ bobina di apertura remota ■ un contatto ausiliario di chiusura ed uno di apertura 	
Forma 1 Form 1		Dispositivo di comando, segno generale Bobina di comando, segno generale Se una bobina di comando ha più avvolgimenti separati, questi possono essere indicati da un numero corrispondente di tratti obliqui o dalla ripetizione dei simboli (vedere 07-15-04).

	Bobina di comando di un relè con ritardo alla ricaduta		Frequenzimetro
	Bobina di comando di un relè con ritardo all'attrazione		Conta tempo Conta ore
	Sensore di prossimità		Lampada, segno generale Lampada di segnalazione, segno generale Se si vuole indicare il colore della lampada, si mette vicino al segno una delle seguenti indicazioni: RD = rosso YE = giallo GN = verde BU = blu WH = bianco
	Fusibile (segno generale)		Tromba elettrica Clacson
	Interruttore di manovra con fusibile incorporato (segno generale)		Suoneria
	Voltmetro		
	Amperometro		

Figura 31 – sigle componenti EN e rappresentazione grafica

La figura seguente spiega le modalità di designazione dei diversi oggetti che compongono l'impianto elettrico, e soprattutto come devono essere letti i riferimenti incrociati tra le pagine.

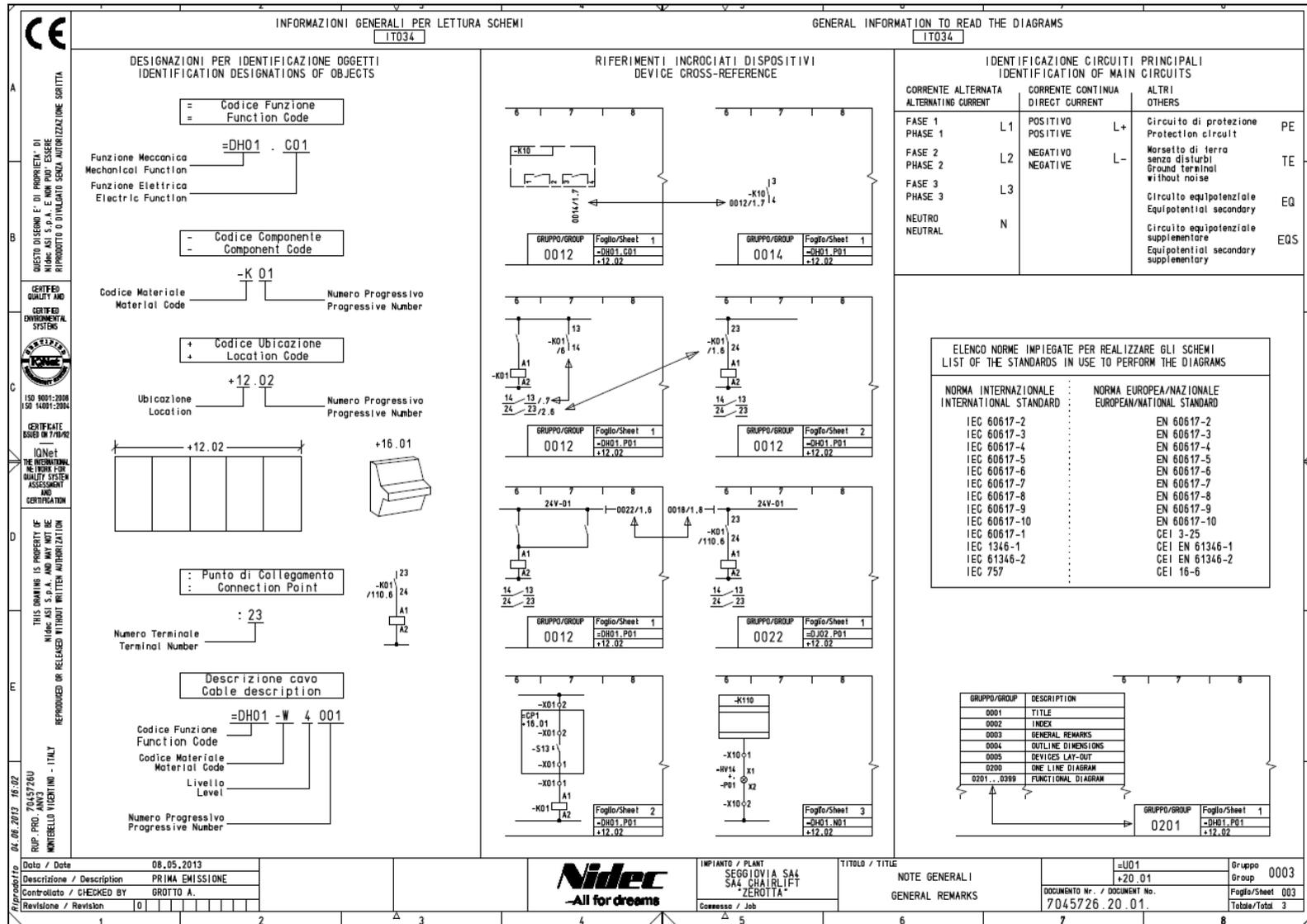


Figura 32 – informazioni generali lettura schemi EN

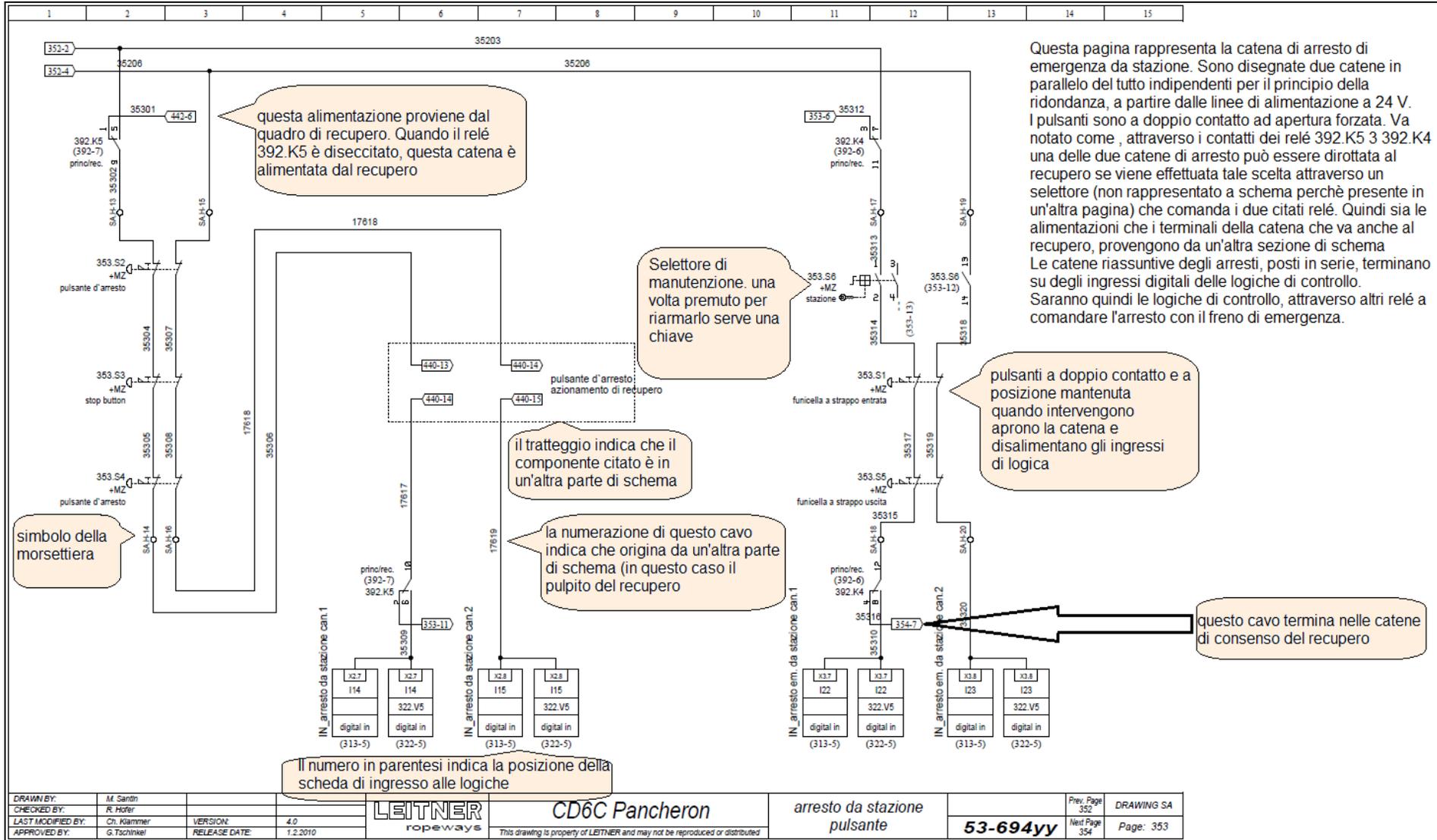
5.13.4 Applicazioni pratiche agli impianti a fune (secondo la nomenclatura italiana)

Si presentano in questa sezione alcune pagine significative, per importanza o per utilizzo, degli schemi elettrici presenti sugli impianti a fune, con un commento circa le sequenze che rappresentano.

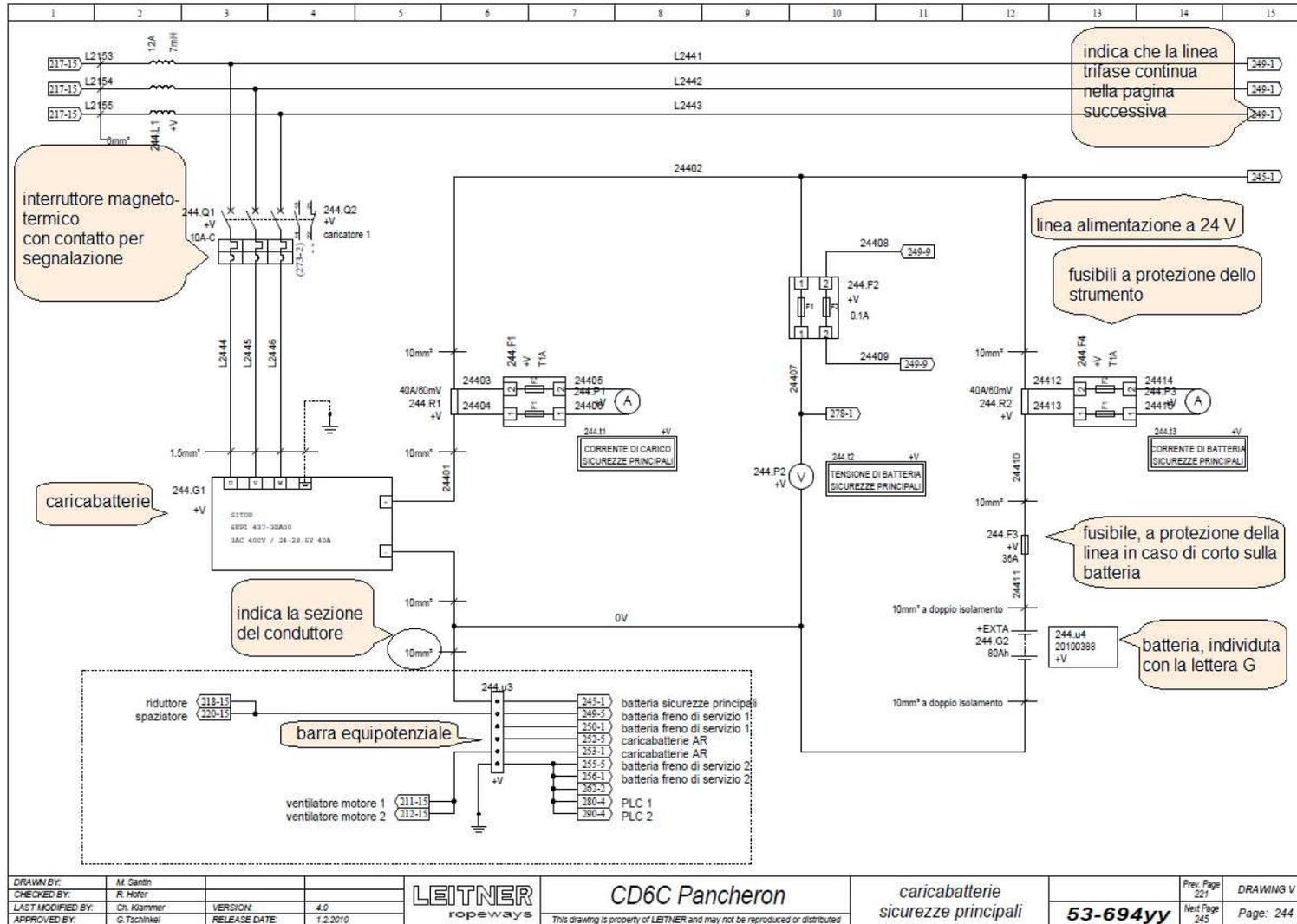
Si sono scelte pagine di diversi costruttori, per avere una panoramica completa delle modalità di compilazione degli schemi antecedenti l'unificazione europea.

Alcune pagine presentate riportano una nomenclatura di transizione tra il metodo tradizionale e quello secondo la norma EN 60617, e vanno quindi lette avendo ben chiari entrambi i sistemi di rappresentazione.

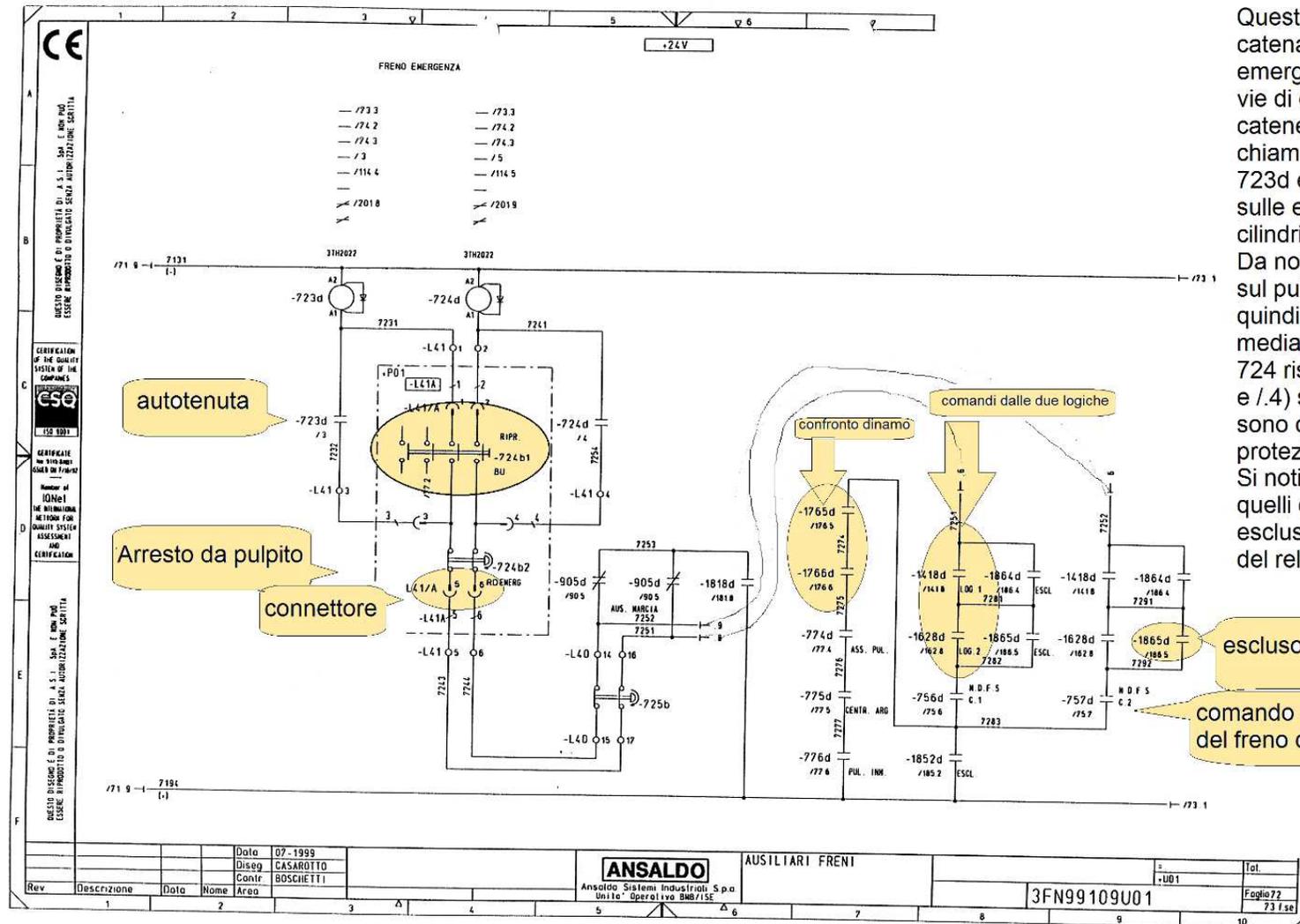
Catena di arresto di emergenza (Leitner)



Carica batterie (Leitner)



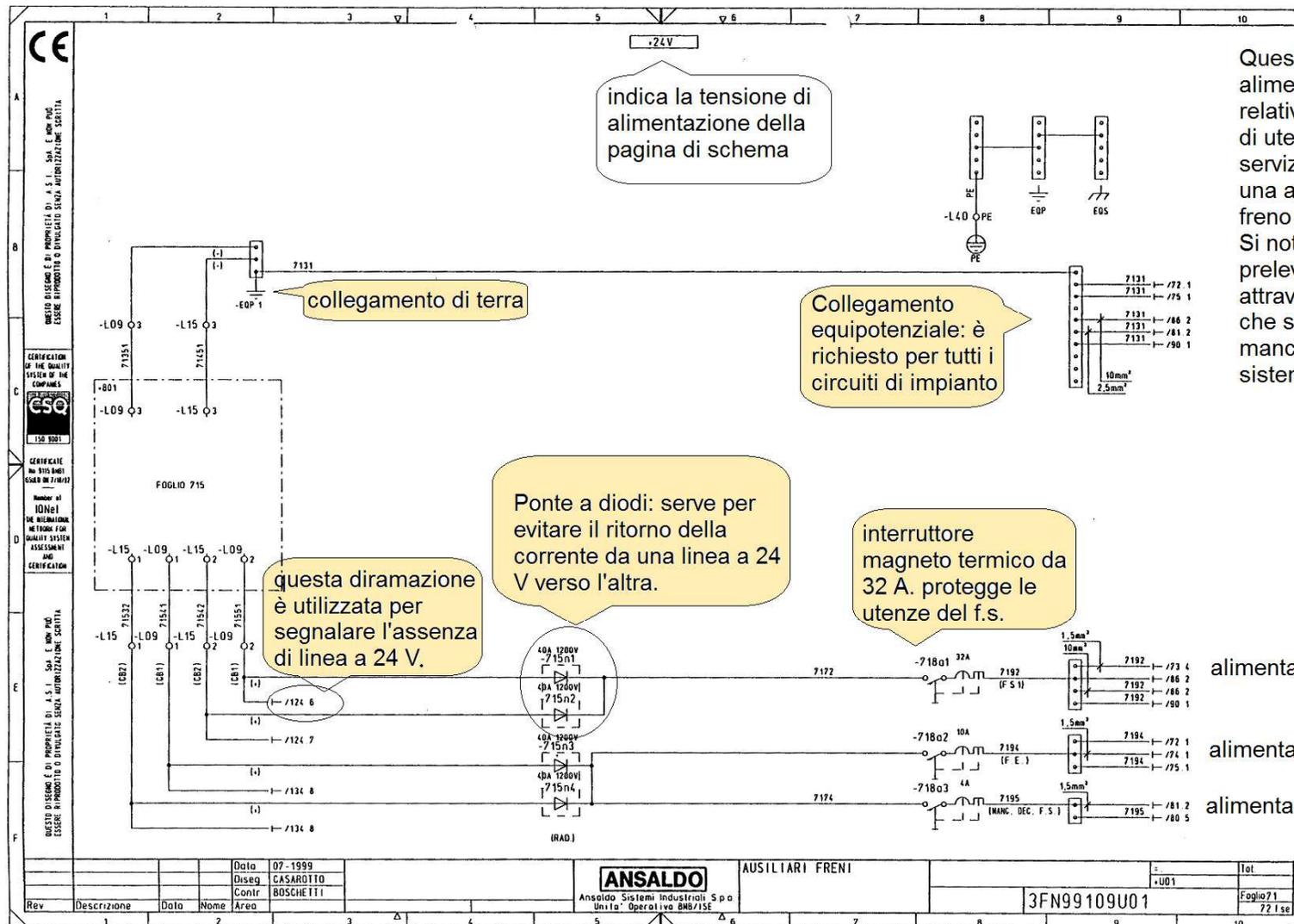
Comando del freno di emergenza (BMB)



Questa pagina rappresenta la catena di comando del freno di emergenza. Sono indicate tutte le vie di comando, duplicate su due catene parallele e indipendenti, che chiamano l'arresto. I contatti dei relé 723d e 724d andranno direttamente sulle elettrovalvole di scarico dei cilindri del freno, attuando la frenata. Da notare il pulsante 724b1, ubicato sul pulpito, che ripristina i relé (e quindi attiva la autotenuta dei relé 723 e 724 rispettivamente in posizione / .3 e / .4) se tutti gli altri contatti a monte sono chiusi (cioè se tutte le protezioni sono a posto). Si notino i contatti in parallelo a quelli delle protezioni utilizzati come esclusione (ad esempio il contatto del relé 1864d in posizione / .9).

esclusore
comando della mancata decelerazione del freno di servizio

Distribuzione a 24 V (BMB)



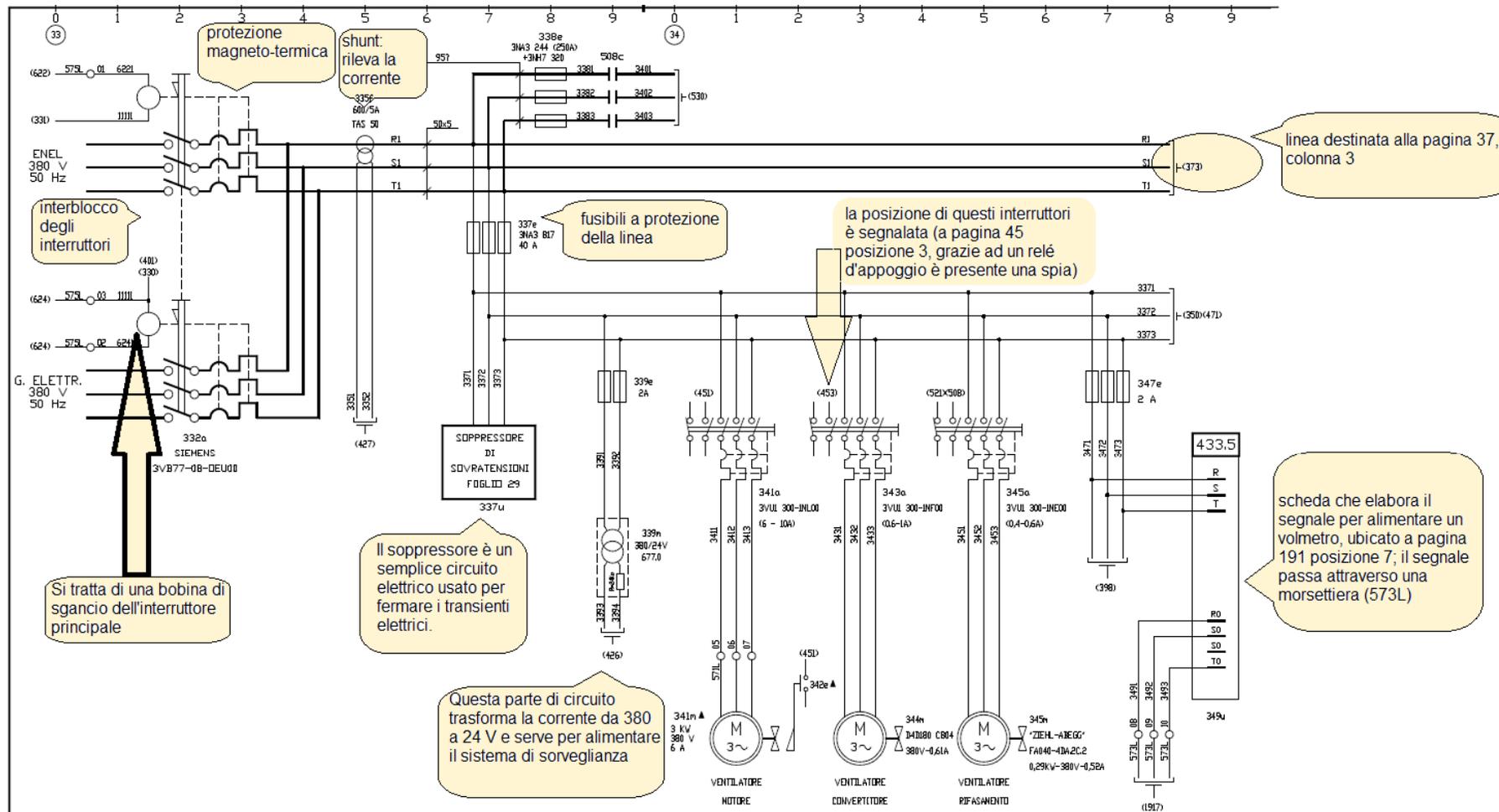
Questa pagina di schema riporta le alimentazioni a 24 V delle utenze relative ai freni. Sono presenti 3 gruppi di utenze, una dedicata al freno di servizio, una al freno di emergenza ed una alle mancate decelerazioni del freno di servizio. Si noti che le alimentazioni sono prelevate da entrambe le batterie, attraverso un ponte a diodi, per evitare che se anche solo una linee a 24 V mancasse, non succedrebbe nulla al sistema di regolazione dei freni

alimentazione freno di servizio

alimentazione freno di emergenza

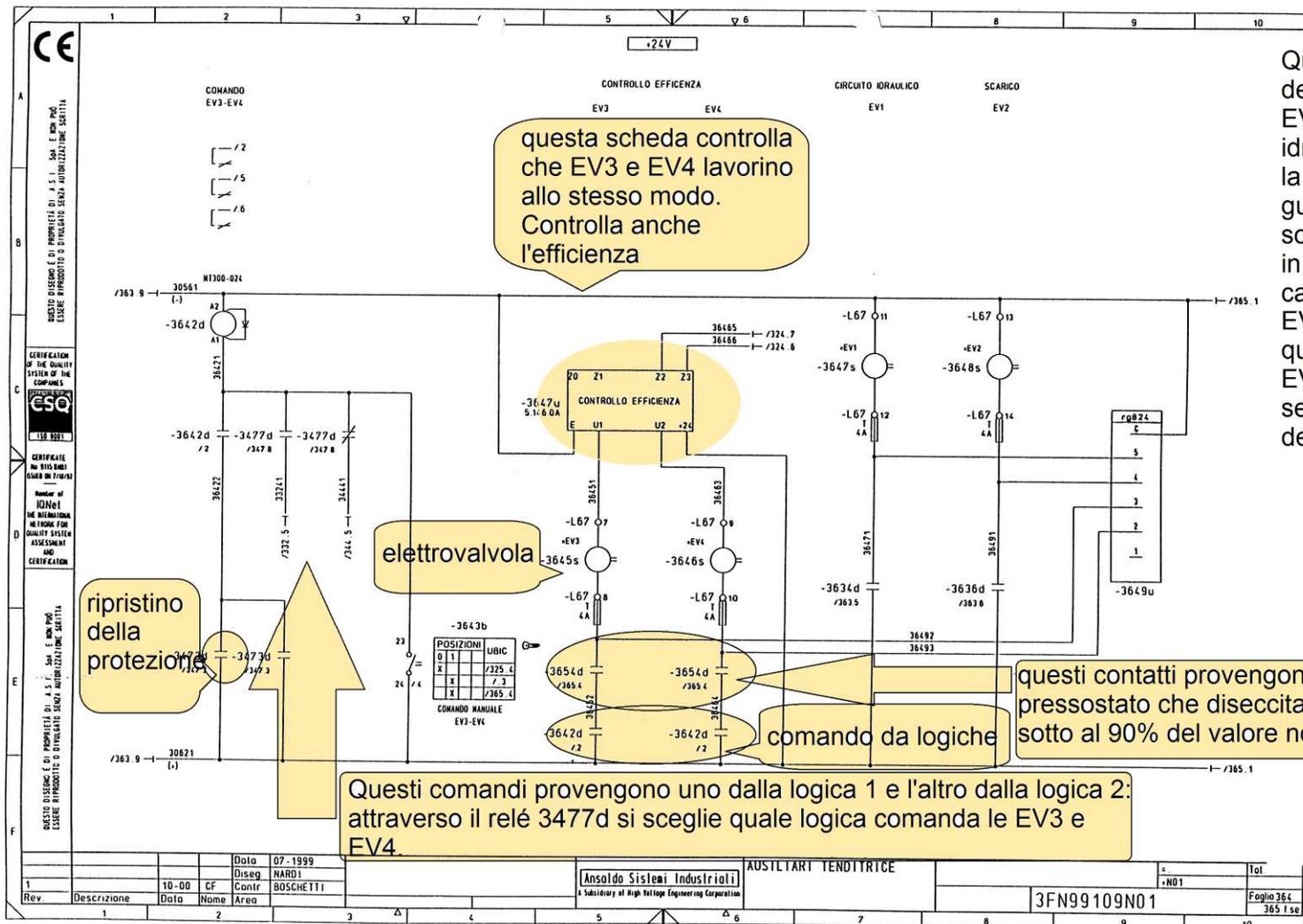
alimentazione mancate dec f.s.

Distribuzione elettrica da gruppo elettrogeno e da rete (EEI)



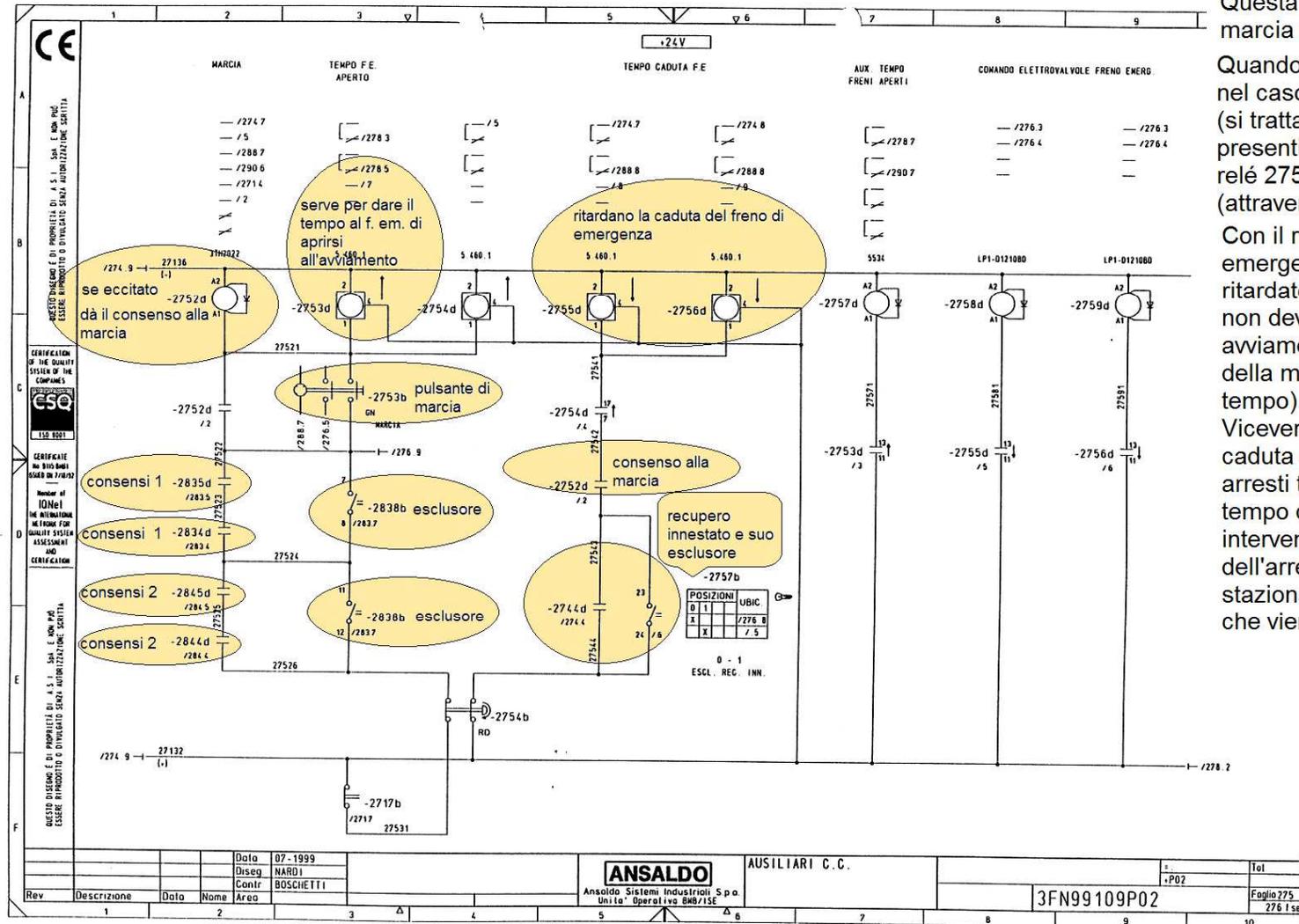
Equipaggiamenti Elettronici Industriali-VI-	SEGGIOVIA QUADRIPOSTO AGG. AUTOMATICO LES SUCHES - TERRES NOIRES ARMADIO PRINCIPALE - Gruppo 2	CONMESSA N°	DESEGNATO	CONTROLLATO	COLLAUDATO	MODIFICHE	BISEGNO N°	FOLIO
		920105		M. Zanella				920105
		U.Z. S.P.	09/05/92					

Comando EV3 EV4 (BMB)



Questa pagina riguarda il comando delle elettrovalvole di sicurezza EV3 e EV4 di un tenditore idraulico. Queste valvole bloccano la traslazione del cilindro se, per un guasto, la pressione scende al di sotto del 90% del valore nominale. in posizione 7 e 8 vi sono anche le catene di comando delle valvole EV1 (serve per scarica l'olio quando la pompa di accende) e EV2 (serve per scaricare il cilindro se la pressione sale sopra al 104% del nominale)

Comando del motore di recupero (BMB)



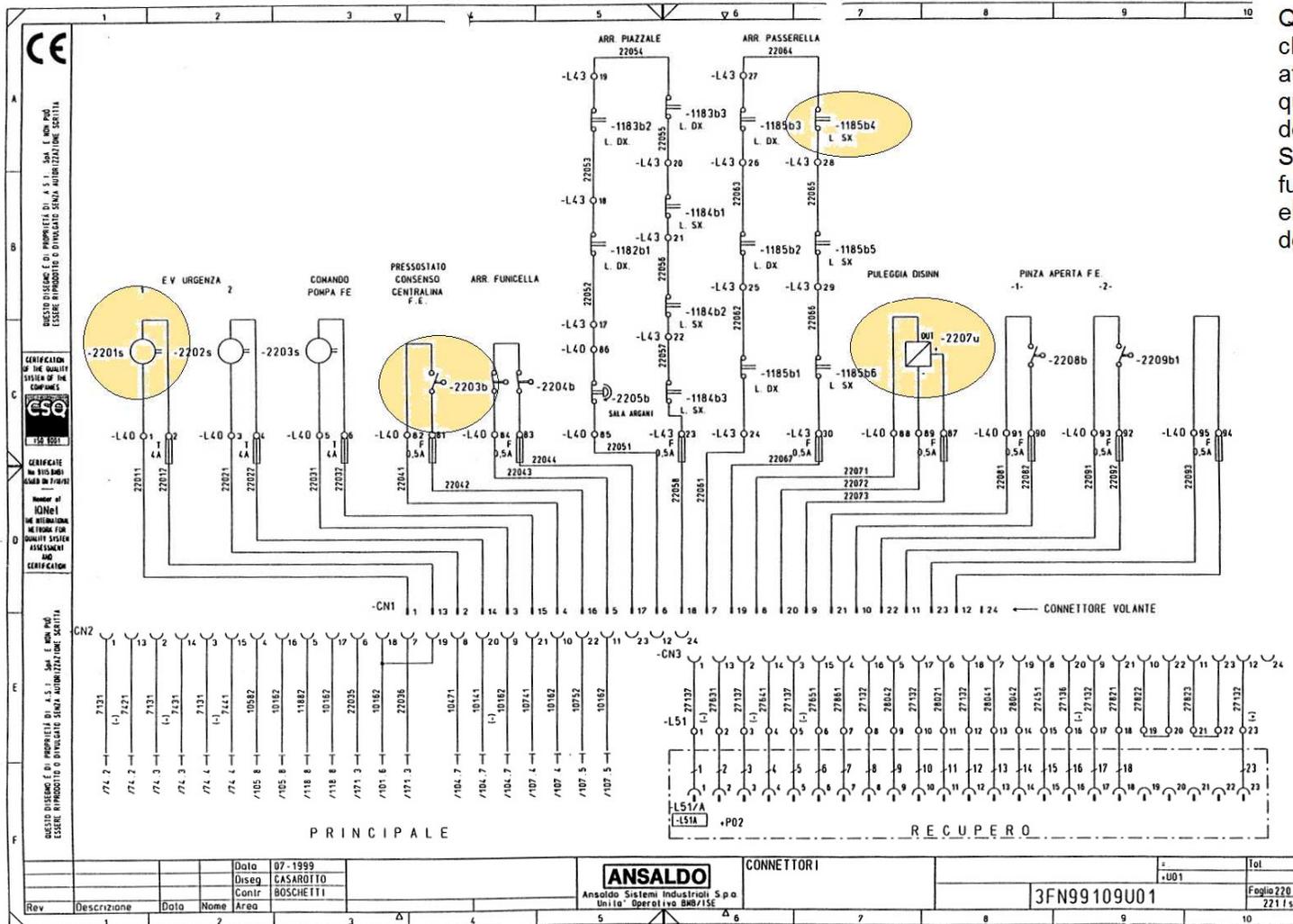
Questa pagina rappresenta le logiche di marcia di un azionamento di recupero.

Quando si preme il pulsante di marcia, nel caso in cui vi siano i consensi 1 e 2 (si tratta dei riassuntivi delle protezioni presenti sul motore di recupero) allora il relé 2752d si eccita e comanda la marcia (attraverso il contatto /271.4).

Con il relé 2753d si dà il tempo al freno di emergenza di aprirsi e anche viene ritardato l'intervento di altre protezioni che non devono intervenire durante il primo avviamento: è una sorta di superamento della minima velocità, ma gestito con un tempo).

Viceversa i relé 2755d e 2756d ritardano la caduta del freno di emergenza per evitare arresti troppo bruschi dell'impianto: il loro tempo di taratura deve essere tale da far intervenire il freno proprio verso il termine dell'arresto, per fargli compiere l'azione di stazionamento e non quella di frenatura, che viene fatta con il motore idraulico.

Connettore principale - recupero (BMB)



Questa pagina rappresenta il connettore che sposta alcuni sensori di campo od attuatori dall'azionamento principale a quello di recupero, quando quest'ultimo deve essere utilizzato. Si noti la simbologia del connettore, dei fusibili, di un prossimità (2207u), delle elettrovalvole (2201s), dei micro (2203b) e dei pulsanti (1185b4, ad esempio)

5.13.1 Applicazioni pratiche agli impianti a fune (secondo la nomenclatura EN)

In questa sezione sono presentate alcune pagine di schema redatte secondo la simbologia e il metodo delle norme EN 60617 e EN 61082 1/2.

Le sequenze logiche, che prima dell'avvento del plc erano gestite con i relé, sono gestite da software interni ai plc. Dalla lettura degli schemi degli impianti moderni non è facile comprendere il funzionamento del sistema, poiché spesso si riducono ad una serie di ingressi ai plc e uscite dai plc verso gli attuatori finali. Con gli schemi precedenti, invece, la logica di funzionamento era gestita mediante relé e quindi era comprensibile anche solo attraverso la lettura degli schemi.

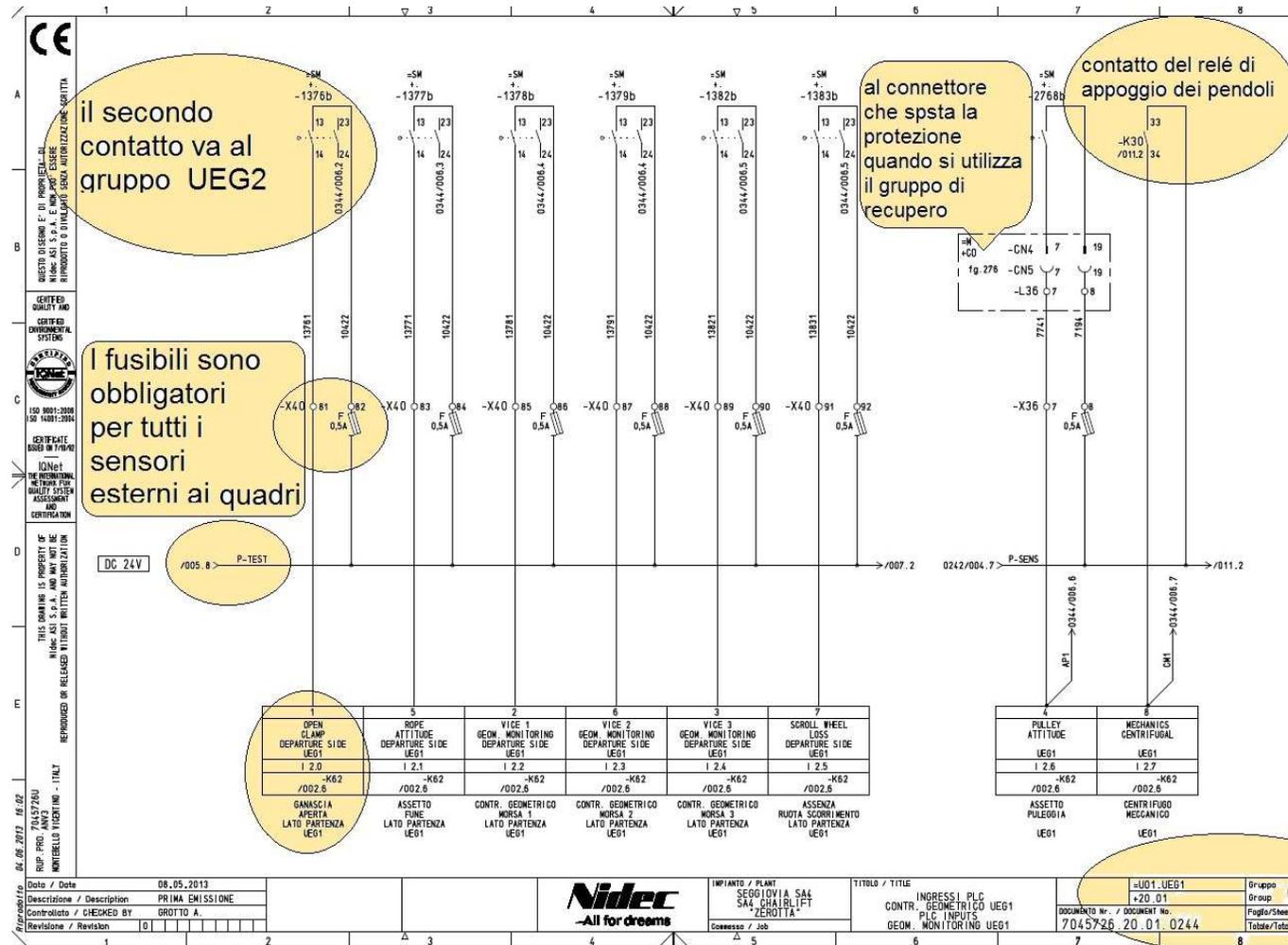
Sarebbe quindi più interessante accedere al software interno a ciascun plc per comprendere le sequenze logiche che stanno alla base del controllo dell'impianto, ma ciò non riguarda il tema delle presenti dispense. Il collaudo però serve proprio, esaminando i risultati delle singole prove, a verificare che le sequenze logiche dei plc rispondano ai requisiti di norma.

Risulta invece evidente l'architettura del sistema.

La trasmissione di segnali, negli impianti moderni, non avviene più attraverso conduttori monofunzione, ma attraverso delle reti di tipo LAN, come quelle che utilizziamo per connettere le stampanti, i pc e i router nelle nostre reti domestiche. Questo tipo di connessione permette di avere pochi cavi, di far transitare tutte le informazioni a tutti i plc connessi, con grande vantaggio di affidabilità e praticità.

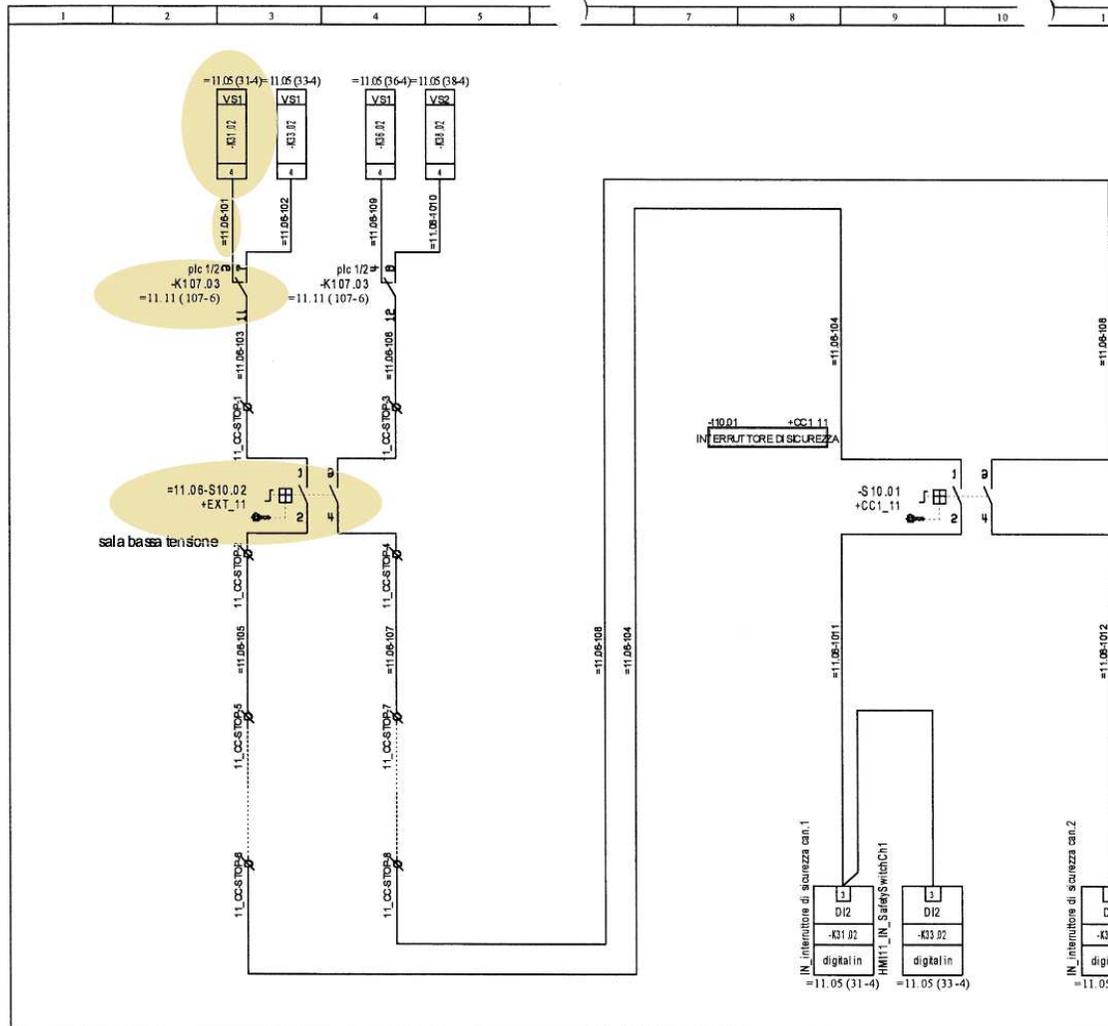
Se quindi in passato un segnale comune doveva essere trattato, duplicato, inviato verso tutte le parti che lo utilizzavano, oggi passa su una rete ed è disponibile per tutti, dal supervisore di rinvio a quello di motrice, ai plc che elaborano il segnale e addirittura, se esiste una connessione al web, alla ditta costruttrice che in tal modo può, ad esempio, fare diagnostica da remoto.

Ingressi logica EN (Nidec)



Questa pagina rappresenta alcuni ingressi in logica. In basso a destra si nota la identificazione della pagina: siamo nella funzione elettrica U01 (cioè la stazione motrice), nella funzione meccanica UEG1 (cioè il controllo geometrico di canale 1) chiamata anche gruppo 0244. La pagina è la 006 del gruppo in questione, su un totale di 11. L'alimentazione chiamata P-TEST è a 24 V e viene periodicamente interrotta per pochi millisecondi (al fine di eseguire un test) verificando che l'ingresso in logica vada a 0. Gli ingressi in logica sono indicati con un progressivo (2.0, 2.1...) e con la posizione della scheda -K62 (in questo caso è a pagina /002.6)

Catena di comando (Leitner)



Si tratta di uno schema di un impianto CE della Leitner già impostato per blocchi di funzione.
La pagina in esame è la 10 della sezione 11.06 (funzione di motrice dedicata agli arresti di impianto) +CC1_11 è la localizzazione dell'armadio che contiene i componenti di schema. Si tratta delle due catene ridondate di arresto con i pulsanti di manutenzione. La catena è alimentata è controllata dal plc 1 o plc 2 a seconda dello stato del relé K107.03 (che seleziona un plc o l'altro).

I conduttori sono denominati =XX.YY-ZZZ dove ZZ.YY indica la funzione (le prime due cifre sono indicative del luogo, le seconde della funzione) e ZZZ il progressivo sullo schema, in cui le prime due cifre corrispondono alla pagina. Il conduttore cerchiato è quindi il filo 101 nella stazione motrice (11) per la funzione (06).
Il conduttore esce dal modulo K31.02 (progressivo di schema che tiene conto della posizione del modulo nello schema e il progressivo della pagina) la cui posizione è nel quadro di motrice (11) per la funzione (05), alla posizione (31-4)
Il contatto K 107.03 =11.11 (107.6) cioè il contatto il cui relé è in motrice per la funzione (11) relativa agli ausiliari di principale, alla pagina 107 di schema posizione 7 serve per decidere da quale plc la catena è alimentata, se dal plc 1 o dal plc 2 normalmente in stand-by (è un plc non richiesto da norma ma presente per aumentare la disponibilità degli impianti, notoriamente quelli con funzione di arrocamento)
La chiave =11.06 - S10.02 è la seconda chiave di pagina (stranamente viene prima della chiave S10.02!) ed è ubicata esternamente al quadro +EXT_11: infatti è pota in sala bassa tensione. È a doppio contatto perché agisce su entrambe le catene.

DRAWN BY: S. Ravera	LEITNER ropeways	GD8 Stafal Gabiet	HMI arresto interrut. di sic.	PC14137	Prev. Page 02	=11.06+CC1_11
APPROVED BY: S. Centonze					Next Page 11	
VERSION 3.0					Page 10	
RELEASE DATE: 27.10.2011	<small>This drawing is property of LEITNER and may not be reproduced or distributed</small>		053-823yy			