

## Revisione generale 40° anno funivia STRESA-ALPINO-MOTTARONE

ITALIA

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI  
VERBANO-CUSIO-OSSOLA

COMUNE DI  
STRESA

### PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO DELL'ELABORATO

DIMENSIONAMENTI E PRESTAZIONI

CODICE GENERALE ELABORATO

COMMESSA

CODICE OPERA

AREA PROGETTAZIONE

LIVELLO PROGETTO

N° ELABORATO

VERSIONE

**B439-11**

**RSAM**

**EM**

**D**

**2.2**

**0**

IDENTIFICAZIONE FILE: B439-11\_RSAM\_EM\_D\_2.2\_0.doc

Versione	Data	Disegnato	Approvato	Oggetto
0	09/2011	MG	FB	Prima emissione
1				
2				
3				

RESPONSABILE DI PROGETTO



- dott. ing. Francesco BELMONDO

PROGETTISTI



- dott. ing. Francesco BELMONDO

- dott. Ing. Alberto BETTINI

TIMBRI – FIRME



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Sergio MORO

FIRMA



BBE S.r.l. C.so Stati Uniti, 43 – 10059 SUSÀ (TO)  
Tel. 0122/32897 – Fax 0122/623243  
e-mail [info@bbesrl.it](mailto:info@bbesrl.it)  
P.IVA 08807870012

## **SOMMARIO**

01. 1° TRONCO "STRESA - ALPINO" .....	3
02. 2° TRONCO "ALPINO - MOTTARONE" .....	4
03. ALLEGATI.....	5
03.01 Descrizione generale e calcolo delle funi.....	5
03.02 Ammodernamento delle apparecchiature elettriche per gli azionamenti principali.	40

### **NOTA**

Essendo che i lavori della revisione generale di cui al presente progetto sono prevalentemente costituiti dalla sostituzione di macchine meccaniche, elettriche ed idrauliche i cui dimensionamenti e le relative prestazioni non variano rispetto all' impianto esistente, si enunciano nel seguito tali caratteristiche. Per completezza si allegano le relazioni di calcolo ed i dimensionamenti condotti in sede di realizzazione (anno 1967) e ammodernamento dell' impianto (anno 1989).

## 01. 1° TRONCO "STRESA - ALPINO"

### Caratteristiche generali

- Lunghezza orizzontale	m	2.247,00
- Lunghezza inclinata	m	2.330,90
- Dislivello	m	604,80
- Pendenza media	%	15,06
- Capienza della vettura	pers.	40+1
- Massa vettura vuota	kg	2.000
- Massa vettura carica	kg	5.100
- Stazione motrice		a monte
- Stazione di rinvio tensione		a valle
- Durata effettiva di una corsa	sec.	360

### Azionamento principale

- Velocità vettura	m/s	7,2
- Potenza di targa del motore	kW	121,5

### Azionamento di riserva

- Velocità vettura	m/s	5,4
- Potenza passante	kW	103

### Azionamento di recupero

- Velocità vettura	m/s	1
- Potenza di regime	kW	16,8
- Potenza di targa del motore	kW	30

### Azionamento di soccorso

- Velocità veicolo di soccorso	m/s	2,5
- Potenza di regime	kW	25
- Potenza di targa del motore	kW	30
- Capienza veicolo di soccorso	pers.	7
- Massa veicolo vuoto	kg	650
- Massa veicolo carico	kg	1.210

### Gruppo elettrogeno

- Potenza di targa del motore	kVA	186
-------------------------------	-----	-----

## 02. 2° TRONCO "ALPINO - MOTTARONE"

### Caratteristiche generali

- Lunghezza orizzontale	m	2.938,20
- Lunghezza inclinata	m	2.998.79
- Dislivello	m	576,70
- Pendenza media	%	11,10
- Capienza della vettura	pers.	40+1
- Massa vettura vuota	kg	2.000
- Massa vettura carica	kg	5.100
- Stazione motrice		a valle
- Stazione di rinvio tensione		a monte
- Durata effettiva di una corsa	sec.	360

### Azionamento principale

- Velocità vettura	m/s	7÷11
- Potenza di targa del motore	kW	169

### Azionamento di riserva

- Velocità vettura	m/s	5,5
- Potenza passante	kW	106,5

### Azionamento di recupero

- Velocità vettura	m/s	1
- Potenza di regime	kW	18,8
- Potenza di targa del motore	kW	30

### Azionamento di soccorso

- Velocità veicolo di soccorso	m/s	2,5
- Potenza di regime	kW	25
- Potenza di targa del motore	kW	30
- Capienza veicolo di soccorso	pers.	7
- Massa veicolo vuoto	kg	650
- Massa veicolo carico	kg	1.210

### Gruppo elettrogeno

- Potenza di targa del motore	kVA	186
-------------------------------	-----	-----



## **03. ALLEGATI**

### **03.01 Descrizione generale e calcolo delle funi**

21 GIU. 1968

FUNIVIA BIFUNE A VA E VIENISTRESA - ALPINO - MOTTARONEDOC n° 4a-bis  
*Estratto*Descrizione generaleCalcoli delle funiAggiornamento aprile 1967

25.12.1967  
*F.lli. Franchi*

Annulla e sostituisce  
il DOC n 4a

ANAC





1 - Descrizione generale

La funivia cui si riferisce il presente progetto è un impianto bifune a va e vieni, in due tronchi. Essa è destinata a collegare Stresa con il Monte Mottarone, in sostituzione della preesistente tramvia a cremagliera.

La stazione inferiore è situata al lido di Stresa, e comprende i dispositivi di tensione delle portanti, della traente e della fune soccorso del primo tronco.

La stazione intermedia, situata presso il vollaggio residenziale di Alpino, comprende le apparecchiature motrici di entrambi i tronchi.

La stazione a monte, infine, si trova nelle adiacenze della stazione di arrivo della tramvia, sulle pendici del Monte Mottarone, e comprende i dispositivi di tensione di tutte le funi del II tronco.

Le funi sono sostenute da tre sostegni di linea per ciascun tronco.

La lunghezza dei due tronchi è sensibilmente diversa. Per conseguire su entrambi la stessa portata oraria, si è migliorata la velocità del tronco più lungo, talchè la percorrenza totale è identica per i due tronchi. Le cabine hanno la medesima capienza, cosicchè tutti i viaggiatori in arrivo alla stazione intermedia, da una qualsiasi delle estreme, possono immediatamente proseguire sul tronco successivo, senza attesa.

----

Il presente aggiornamento al progetto del dicembre 1963 è reso necessario dagli spostamenti della stazione intermedia e superiore, che sono stati decisi per evitare il sorvolo di alcuni terreni. Contemporaneamente si è dovuto variare, in misura limitata, le altezze di alcuni sostegni del I e del II tronco, sia in relazione al modificato andamento del profilo, sia per rendere meno onerosa la sistemazione degli elettrodotti che attraversano la funivia.

Si è anche tenuto conto delle prescrizioni di cui alla lettera n. 4987 del 23 marzo 1964 dell'Ispettorato M.C.T.C. di Torino.



## 1.1. - Caratteristiche generali.

Le caratteristiche dei due tronchi sono le seguenti:

	I tronco	II tronco	
Lunghezza orizzontale	2247,00	2938,20	m.
Lunghezza inclinata (somma corde)	2330,90	2998,79	m.
Dislivello	604,80	576,70	m.
Nº. vetture	2	2	
Capienza vetture:			
estiva	46 + 1	46 + 1	pers.
invernale	40 + 1	40 + 1	pers.
Nº. vagoncini di soccorso	2	2	
Capienza vagoncini di soc- corso	8	8	pers.
Nº. sostegni di linea	3	3	
Intervia nella stazione di tensione	5,80	5,50	m.
Intervia sui sostegni	7,00	8,00-9,30-8,00	m.
Intervia nella stazione motrice	5,50	5,50	m.
Velocità di esercizio	7,2	7,00-11,00	m./sec.
Durata effettiva di una corsa	360	360	sec.
Durata commerciale di una corsa	420	420	sec.
Portata oraria in ciascun senso	390+340	390+340	pers./h.
Potenza motore principale	155	170	HP.
Potenza motore di riserva	115	120	HP.
Potenza motore di soccorso	35	35	HP.
Velocità impianto di soc- corso	3,5	3,5	m./sec.



## 1.2. - Criteri informativi del progetto.

Si suppongono note le difficoltà incontrate nella ricerca di ubicazioni idonee per le stazioni, e le vicissitudini che hanno condotto a fissare definitivamente la scelta sulle posizioni indicate nel presente progetto.

Per semplificare i problemi inerenti all'alimentazione, alla manovra ed alla manutenzione dell'impianto, si è deciso di riunire nella stazione intermedia tutti gli apparati motori dei due tronchi. Si è pure ritenuto vantaggioso sistemare tutti i dispositivi di tensione nelle due stazioni estreme, in base alle seguenti considerazioni:

- a) - La sistemazione dei contrappesi delle portanti nella stazione intermedia, e la conseguente necessità di aumentare il volume e la superficie occupata dall'edificio, avrebbe comportato un tragitto piuttosto lungo per il trasbordo dei viaggiatori, e quindi un certo disagio.
- b) - Nel primo tronco, dove la lunghezza delle campate non è rilevante, la corsa dei contrappesi è abbastanza limitata, cosicchè la costruzione dei relativi pozzi non comporta problemi di particolare difficoltà, nonostante la vicinanza del lago.
- c) - Nel secondo tronco, munito di due sostegni di linea molto carichi, prossimi alla stazione intermedia, l'attrito esercitato dalla fune su di questi avrebbe attenuato in misura rilevante la sensibilità del contrappeso nella lunga campata centrale (quasi 2000 m.) ciò che si è preferito evitare.

Per contenere l'escursione dei contrappesi delle portanti del II tronco entro limiti accettabili, si sono previsti contrappesi a sezioni, con contrappeso addizionale relativamente piccolo (meno del 10% del totale) onde non dover ricorrere a funi eccessivamente pesanti.

La sistemazione dei contrappesi delle funi traenti e di soccorso è pure prevista nelle stazioni estreme. Si evita così di costruire altri pozzi nella stazione intermedia, lavoro più costoso dell'ampiamiento necessario per i pozzi delle stazioni estreme.



A questo vantaggio si aggiunge quello, sensibile per il secondo tronco, di contenere in limiti più ristretti, le frecce massime delle traenti.

\*\*\*\*\*

Per quanto concerne la scelta delle funi si è preferito la formazione Ercole per le portanti del I tronco, per ragioni di economia, e la formazione chiusa per il secondo tronco, onde ridurre l'attrito ed il consumo delle guarnizioni, dato che l'escursione del contrappeso è notevole.

Le rimanenti funi sono del tipo Seale a 114 fili, con anima tessile.

Nella stazione a valle il collegamento delle portanti ai contrappesi è realizzato mediante funi tenditrici, data la necessità di contenere la profondità dei pozzi entro limiti ristretti, perchè la stazione sorge presso il lago. Nella stazione a monte, per evitare il collegamento a testa fusa, si è previsto il rinvio diretto delle portanti ai contrappesi, configurati a tamburo per l'ancoraggio.

\*\*\*\*\*

Entrambi i tronchi sono azionati da motori principali a corrente continua, alimentati con sistema Ward-Leonard, con comando automatico a programma e regolazione automatica. Per l'azionamento di riserva, a velocità ridotta, in caso di guasto ai motori principali, od ai loro gruppi di conversione, è previsto un motore ausiliario, asincrono, trifase, per ciascun tronco. Un altro motore asincrono, trifase, di minore potenza, consente di azionare separatamente i due impianti di soccorso.

L'alimentazione in mancanza di energia sulla rete, è assicurata da un gruppo elettrogeno di potenza commisurata ai motori ausiliari degli argani principali. Ovviamente lo stesso gruppo potrà alimentare anche il motore dell'impianto di soccorso, e, se necessario, i gruppi Ward - Leonard, ma a velocità ridotta.



Gli impianti di sicurezza e segnalazione sono ad onde convogliate, di tipo già favorevolmente sperimentato. L'impianto di soccorso è provvisto di un proprio telefono, che funge anche come collegamento di riserva fra le stazioni

\*\*\*\*\*

Le vetture sono munite di carrelli ad 8 ruote guarnite in plastica, provvisti di freno automatico di sicurezza. Le cabine, in lega leggera, hanno una capienza di 46+1 posti, calcolati in base ad un peso medio di 70 Kg. per persona, in base al par. 2 p. delle Prescrizioni Tecniche vigenti. Durante il periodo invernale, dovendosi considerare un peso medio di 80 Kg. per persona, la capienza verrà ridotta a 40+1 persone.

\*\*\*\*\*

I sostegni di linea sono in traliccio metallico con aste tubolari e profilati ad ala larga.

Quelli del primo tronco sono di altezza compresa fra i 21,5 ed i 37 m., quelli del secondo tronco sono di altezza da 15 a 18 m.

\*\*\*\*\*



2 - Calcolo delle funi.

## 2.1. - Primo tronco.

## 2.1.1. - Funi portanti.

Le funi portanti del primo tronco hanno le seguenti caratteristiche:

- Formazione	1 + 6 + 30 + 54 + 12 (1+9+9)	Ercole
- diametro		mm. 56
- diametro dei fili esterni		mm. 2,75
- numero dei fili		319
- sezione metallica		mmq. 1594
- resistenza unitaria		Kg./mmq. 180
- carico somma		Kg. 286.000
- peso		Kg./m. 13,9

Nei calcoli che seguono si è arrotondato il peso a 14 Kg./m. per tenere conto dell'ingrassaggio.

\*\*\*\*\*

Per il calcolo della fune è necessario premettere i dati di peso delle vetture.

Peso a vuoto delle vetture, complete	Kg.	1800
Portata utile estiva 47x70 = 3290		
Portata invernale 41x80 = 3280		
che si arrotondano a	Kg.	3300
	Kg.	5100

a pieno carico.--



## 2.1.1.1. - Calcolo del contrappeso delle portanti.

La tensione minima della portante deve essere non inferiore al più alto dei seguenti valori.

$$5100 \times 12 = 61200 \text{ Kg.}$$

$$\frac{5100}{8} \times 100 = 64000 \text{ Kg.}$$

Si adotta un contrappeso di 64000 Kg. La tensione minima della portante può essere ritenuta uguale al peso del contrappeso, in quanto l'attrito offerto dal dispositivo di tensione è trascurabile.

## 2.1.1.2. - Calcolo della configurazione delle funi, frecce, angoli di imbocco e della traiettoria.

I Campata.

Lunghezza orizzontale  $L_1 = 940,00 - 92,00 = 848,00 \text{ m.}$

Dislivello  $\Delta_1 = 398,00 + 33,50 - (195,80 + 9,00) = 226,70 \text{ m.}$

Pendenza della corda  $\text{tg} \alpha_1 = 0,2675$

Angolo della corda  $\alpha_1 = 14,97^\circ$

Lunghezza della corda  $C_1 = 848,00 / \cos 14,97^\circ = 877,77 \text{ m.}$

Tensione della fune a valle  $T_1 = 64000 \text{ Kg.}$

Il calcolo degli angoli sugli appoggi, a fune scarica, è condotto con l'ausilio dei grafici D'Armini.

$$R_1 = \frac{848,00 \times 14}{64000} = 0,1885 \quad I_1 = \text{tg} \alpha_1 = 0,2675$$

$$\varphi_1 = 9,61^\circ$$

$$\text{tg} \varphi_1 = 0,1694$$

$$\Delta \varphi = 10,56^\circ$$

$$\text{tg} \varphi_2 = 0,3672$$

$$\varphi_2 = 20,17^\circ$$



Componente orizzontale della tensione

$$H_1 = 64000 \cos 9,61^\circ = 63100 \text{ Kg.}$$

Freccia fune scarica in mezzeria

$$f_o = \frac{848,00 \times 877,77 \times 14,00}{8 \times 63100} = 20,65 \text{ m.}$$

Freccia a vettura vuota in mezzeria

$$f_s = 20,65 + \frac{1800 \times 848,00}{4 \times 63100} = 20,65 + 6,05 = 26,70 \text{ m.}$$

Freccia a vettura carica

$$f_c = 20,65 + \frac{5100 \times 848,00}{4 \times 63100} = 20,65 + 17,12 = 37,77 \text{ m.}$$

Angoli di imbocco a valle ( $\beta$ ) ed a monte ( $\gamma$ ) rispettivamente a vettura vuota (indice "s") e carica (indice "c").

$$\text{tg} \beta_{1s} = 0,1694 - 1800/63100 = 0,1694 - 0,0285 = 0,1409; \beta_{1s} = 8,02^\circ$$

$$\text{tg} \gamma_{1s} = 0,3672 + 0,0285 = 0,3957 \quad \gamma_{1s} = 21,59^\circ$$

$$\text{tg} \beta_{1c} = 0,1694 - 5100/63100 = 0,1694 - 0,0808 = 0,0886 \quad \beta_{1c} = 5,08^\circ$$

$$\text{tg} \gamma_{1c} = 0,3672 + 0,0808 = 0,4480 \quad \gamma_{1c} = 24,13^\circ$$

Inclinazioni del carrello

$$\text{tg} \beta'_{1s} = 0,1694 - 1800/63100 \times 2 = 0,1694 - 0,0142 = 0,1552$$

$$\beta'_{1s} = 8,82^\circ$$

$$\text{tg} \gamma'_{1s} = 0,3672 + 0,0142 = 0,3814$$

$$\gamma'_{1s} = 20,88^\circ$$

$$\text{tg} \beta'_{1c} = 0,1694 - 5100/63100 \times 2 = 0,1694 - 0,0404 = 0,1286$$

$$\beta'_{1c} = 7,33^\circ$$

$$\text{tg} \gamma'_{1c} = 0,3672 + 0,0404 = 0,4076$$

$$\gamma'_{1c} = 22,17^\circ$$



II Campata.

(Simboli come per la prima campata).

$$L_2 = 1281,40 - 940,00 = 341,40 \text{ m.}$$

$$\Delta_2 = 507,60 + 21,50 - (398,00 + 33,50) = 97,60 \text{ m.}$$

$$\text{tg} \alpha_2 = 0,2830$$

$$\alpha_2 = 15,80^\circ$$

$$C_2 = 341,40 / \cos. 15,80^\circ = 354,80 \text{ m.}$$

$$T_2 = 64000 + 14,00 \times 226,70 = 67174 \text{ Kg.}$$

$$R_2 = -\frac{341,40 \times 14,00}{67174} = 0,0712$$

$$I_2 = \text{tg} \alpha_2 = 0,2830$$

$$\varphi_1 = 13,75^\circ$$

$$\text{tg} \varphi_1 = 0,2447$$

$$\Delta \varphi = 4,05^\circ$$

$$\varphi_2 = 17,80^\circ$$

$$\text{tg} \varphi_2 = 0,3211$$

$$H_2 = 67174 \cos 13,75^\circ = 65229 \text{ Kg}$$

Frecce in mezzeria

$$f_o = -\frac{341,40 \times 354,80 \times 14,00}{8 \times 65229} = 3,25 \text{ m.}$$

$$f_s = 3,25 + -\frac{1800 \times 341,40}{4 \times 65229} = 3,25 + 2,36 = 5,61 \text{ m.}$$

$$f_c = 3,25 + -\frac{5100 \times 341,40}{4 \times 65229} = 3,25 + 6,69 = 9,92 \text{ m.}$$



Angoli di imbocco.

$$\operatorname{tg} \beta_{2s} = 0,2447 - 1800/65229 = 0,2447 - 0,0276 = 0,2171 \quad \beta_{2s} = 12,25^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{2s} = 0,3211 + 0,0276 = 0,3487 \quad \gamma_{2s} = 19,22^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta_{2c} = 0,2447 - 5100/65229 = 0,2447 - 0,0782 = 0,1665 \quad \beta_{2c} = 9,46^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{2c} = 0,3211 + 0,0782 = 0,3993 \quad \gamma_{2c} = 21,75^\circ$$

Inclinazioni del carrello

$$\operatorname{tg} \beta'_{2s} = 0,2447 - 1800/65229 \times 2 = 0,2447 - 0,0138 = 0,2309 \quad \beta'_{2s} = 13,00^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma'_{2s} = 0,3211 + 0,0138 = 0,3349 \quad \gamma'_{2s} = 18,53^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta'_{2c} = 0,2447 - 5100/65229 \times 2 = 0,2447 - 0,0391 = 0,2056 \quad \beta'_{2c} = 11,63^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma'_{2c} = 0,3211 + 0,0391 = 0,3602 \quad \gamma'_{2c} = 19,80^\circ$$

Deviazione fune sulla scarpa del 1° sostegno:

$$\text{— minima: } \delta_{1 \text{ min.}} = 20,17 - 13,75 = 6,42^\circ$$

$$\text{— massima } \delta_{1 \text{ max}} = 24,13 - 9,46 = 14,67^\circ$$

Pressione della portante scarica sulla scarpa del 1° sostegno:

$$P_1 = 67174 \operatorname{sen} \frac{6,42^\circ}{2} = \underline{7510 \text{ Kg.}}$$

$I^\circ$

III Campata.

$$L_3 = 1996,00 - 1281,40 = 714,60 \text{ m.}$$

$$\Delta_3 = 727,80 + 37,00 - (507,60 + 21,50) = 235,70 \text{ m.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = 0,3299$$

$$\alpha_3 = 18,24^\circ$$



$$C_3 = 714,60 / \cos 18,24^\circ = 752,42 \text{ m.}$$

$$T_3 = 64000 + 14,00 \times (226,70 + 97,60) = 68454 \text{ Kg.}$$

$$R_3 = \frac{714,60 \times 14,00}{68454} = 0,1461 \quad I_3 = \operatorname{tg} \alpha_3 = 0,3299$$

$$\varphi_1 = 14,08^\circ$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,2509$$

$$\Delta \varphi = 8,18^\circ$$

$$\varphi_2 = 22,26^\circ$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,4091$$

$$H_3 = 68454 \cos 14,08^\circ = 66400 \text{ Kg.}$$

Frecce in mezzeria

$$f_o = \frac{714,60 \times 752,42 \times 14,00}{8 \times 66400} = 14,35 \text{ m.}$$

$$f_s = 14,35 + \frac{1800 \times 714,60}{4 \times 66400} = 14,35 + 4,84 = 19,19$$

$$f_c = 14,35 + \frac{5100 \times 714,60}{4 \times 66400} = 14,35 + 13,70 = 28,05 \text{ m.}$$

Angoli di imbocco

$$\operatorname{tg} \beta_{3s} = 0,2509 - 1800/66400 = 0,2509 - 0,0271 = 0,2238 \quad \beta_{3s} = 12,61^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{3s} = 0,4091 + 0,0271 = 0,4362 \quad \gamma_{3s} = 23,57^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta_{3c} = 0,2509 - 5100/66400 = 0,2509 - 0,0768 = 0,1741 \quad \beta_{3c} = 9,88^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{3c} = 0,4091 + 0,0768 = 0,4859 \quad \gamma_{3c} = 25,91^\circ$$

Inclinazioni del carrello

$$\operatorname{tg} \beta'_{3s} = 0,2509 - 1800/66400 \times 2 = 0,2509 - 0,0135 = 0,2374 \quad \beta'_{3s} = 13,35^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma'_{3s} = 0,4091 + 0,0135 = 0,4226 \quad \gamma'_{3s} = 22,90^\circ$$



$$\operatorname{tg} \beta'_{3c} = 0,2509 - 5100/66400 \times 2 = 0,2509 - 0,0384 = 0,2125 \quad \beta'_{3c} = 12,00^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma'_{3c} = 0,4091 - 0,0384 = 0,4475 \quad \gamma'_{3c} = 24,10^\circ$$

Deviazione fune sulla scarpa del II sostegno

$$\text{-- minima: } \delta_{2 \text{ min.}} = 17,80^\circ - 14,08^\circ = 3,72^\circ$$

$$\text{-- massima: } \delta_{2 \text{ max.}} = 21,75^\circ - 9,88^\circ = 11,87^\circ$$

Pressione della portante scarica sulla scarpa del II sostegno:

$$P_2 = 2 \times 68454 \operatorname{sen} \frac{3,72^\circ}{2} = 4450 \text{ Kg.}$$

IV Campata.

$$L_4 = 2339,00 - 1996,00 = 343,00 \text{ m.}$$

$$\Delta_4 = 800,60 + 9,00 - (727,80 + 37,00) = 44,80 \text{ m.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_4 = 0,1306$$

$$\alpha_4 = 7,44^\circ$$

$$C_4 = 345,91 \text{ m.}$$

$$T_4 = 64000 + 14,00 \times (226,70 + 97,60 + 235,70) = 71840$$

$$R_4 = \frac{343,00 \times 14,00}{71840} = 0,0668$$

$$I_4 = \operatorname{tg} \alpha_4 = 0,1306$$

$$\phi_1 = 5,51^\circ \quad \operatorname{tg} \phi_1 = 0,0962$$

$$\Delta \phi = 3,82^\circ$$

$$\phi_2 = 9,33^\circ \quad \operatorname{tg} \phi_2 = 0,1643$$

$$H_4 = 71840 \cos 5,51^\circ = 71.510 \text{ Kg.}$$



Frecce in mezzeria.

$$f_o = \frac{343,00 \times 345,91 \times 14,00}{8 \times 71510} = 2,90 \text{ m.}$$

$$f_s = 2,90 + \frac{1800 \times 343,00}{4 \times 71510} = 2,90 + 2,16 = 5,06 \text{ m.}$$

$$f_c = 2,90 + \frac{5100 \times 343,00}{4 \times 71510} = 2,90 + 6,12 = 9,02 \text{ m.}$$

Angoli di imbocco

$$\text{tg} \beta_{4s} = 0,0962 - 1800/71510 = 0,0962 - 0,0252 = 0,0710 \quad \beta_{4s} = 4,07^\circ$$

$$\text{tg} \gamma_{4s} = 0,1643 + 0,0252 = 0,1895 \quad \gamma_{4s} = 10,73^\circ$$

$$\text{tg} \beta_{4c} = 0,0962 - 5100/71510 = 0,0962 - 0,0713 = 0,0249 \quad \beta_{4c} = 1,43^\circ$$

$$\text{tg} \gamma_{4c} = 0,1643 + 0,0713 = 0,2356 \quad \gamma_{4c} = 13,25^\circ$$

Inclinazioni del carrello

$$\text{tg} \beta'_{4s} = 0,0962 - 1800/71510 \times 2 = 0,0962 - 0,0126 = 0,0836 \quad \beta'_{4s} = 4,79^\circ$$

$$\text{tg} \gamma'_{4s} = 0,1643 + 0,0126 = 0,1769 \quad \gamma'_{4s} = 10,03^\circ$$

$$\text{tg} \beta'_{4c} = 0,0962 - 5100/71510 \times 2 = 0,0962 - 0,0357 = 0,0605 \quad \beta'_{4c} = 3,47^\circ$$

$$\text{tg} \gamma'_{4c} = 0,1643 + 0,0357 = 0,20000 \quad \gamma'_{4c} = 11,31^\circ$$

Deviazione fune sulla scarpa del III sostegno

$$\text{-- minima: } \delta_{3 \text{ min.}} = 22,26^\circ - 5,51^\circ = 16,75^\circ$$

$$\text{-- massima: } \delta_{3 \text{ max.}} = 25,91^\circ - 1,30^\circ = 24,48^\circ$$

Pressione della portante scarica sulla scarpa del III sostegno:

$$P_3 = 2 \times 71840 \text{ sen } \frac{16,75^\circ}{2} = 20930 \text{ Kg.}$$



## 2.1.1.3. - Verifica di stabilità della portante.

La tensione massima della portante risulta dalla seguente somma:

- tensione iniziale	64.000 Kg.
- componente peso fune 14,00x604,80 =	8.470 Kg.
- attriti lungo la linea $(P_1 + P_2 + P_3 + Q) \times f =$ = $(7510 + 4450 + 20930 + 5100) \times 0,15 =$	5.698 Kg.
	<u>78.168 Kg.</u>

Non si è tenuto conto dello sforzo esercitato dal freno di sicurezza delle vetture, perchè il suo valore (5000 Kg.) è inferiore al 7% della tensione massima della fune.

$$(78168 \times 0,07) = 5470 \text{ Kg.})$$

Nel calcolo degli attriti, alle pressioni della portante scarica sulle scarpe si è aggiunto il peso della vettura, per considerare il caso più sfavorevole.

Il grado di sicurezza rispetto al carico somma della fune è:

$$G = \frac{286.000}{78.168} = 3,66$$

regolamentare.

## 2.1.1.4. - Escursione del contrappeso della portante.

Il contrappeso compie la massima escursione quando la vettura carica percorre la prima campata. La lunghezza della campata resta invariata, mentre il dislivello aumenta di m. 1,20; ciò ha un'influenza affatto trascurabile sulla corsa del contrappeso. Anche l'escursione dovuta alle variazioni termiche rimane sensibilmente invariata perchè la lunghezza totale dell'impianto varia di pochissimo.

Si omette pertanto l'aggiornamento del calcolo già riportato a pag. 13 del documento 4a del 9/12/1963 che rimane ancora valido.

L'escursione effettiva del contrappeso resta perciò confermata in m. 5,00. La corsa disponibile sarà circa 5,70 m.



### 2.1.1.5. - Verifica della stabilità della fune portante sugli appoggi.

Eseguiamo la verifica solo per il secondo sostegno che si trova nelle condizioni più sfavorevoli, perchè su di esso si hanno contemporaneamente:

- la minima pressione della fune
- la massima lunghezza delle campate adiacenti
- la massima deviazione angolare della corda geometrica, verso l'alto.

La formula indicata dalle Prescrizioni Tecniche, con le modifiche della circolare 61/1961, fornisce:

$$\frac{60 L d}{1 - 0,10 \frac{\alpha_0}{\alpha}} = \frac{60 \times \frac{0,355 + 0,752}{3} \times 56}{1 - 0,10 \frac{2,44}{3,72}} = \frac{60 \times 0,369 \times 56}{0,934} = 1327 \text{ Kg.}$$

Il valore minimo della pressione della fune sulla scarpa è 4450 Kg. ampiamente superiore a quello ora trovato.

### 2.1.2. - Anello trattivo.

Le funi costituenti l'anello trattivo hanno le seguenti caratteristiche:

	traente	zavorra
- diametro	mm. 25	22
- formazione	6(1+9+9)+a.t.	6(1+9+9)+a.t.
- diametro dei fili esterni	mm. 2,02	1,77
- sezione metallica	mmq. 249	193
- resistenza unitaria	Kg./mmq. 180	180
- carico somma	Kg. 44.870	34.740
- peso	Kg./m. 2,34	1,81



### 2.1.2.1. - Calcolo degli sforzi periferici alla puleggia motrice.

Occorre premettere il calcolo degli sforzi periferici alla puleggia motrice, la cui conoscenza è necessaria per il calcolo delle sollecitazioni nelle funi, nonché delle loro configurazioni.

Le componenti longitudinali del peso della vettura carica, rispettivamente agli estremi inferiore e superiore di ciascuna campata, procedendo dalla stazione inferiore a quella intermedia, si calcolano agevolmente con l'aiuto degli angoli della traiettoria, riportati al par. 2.1.1.2.

Esse sono:

$F_1$	= 5100 sen $7,33^\circ$	=	650 Kg.
$F_2$	= 5100 sen $22,17^\circ$	=	1920 Kg.
$F_3$	= 5100 sen $11,63^\circ$	=	1030 Kg.
$F_4$	= 5100 sen $19,80^\circ$	=	1730 Kg.
$F_5$	= 5100 sen $12,00^\circ$	=	1060 Kg.
$F_6$	= 5100 sen $24,10^\circ$	=	2080 Kg.
$F_7$	= 5100 sen $3,47^\circ$	=	310 Kg.
$F_8$	= 5100 sen $11,31^\circ$	=	1000 Kg.

Analogamente per la vettura scarica, abbiamo:

$F_9$	= 1800 sen $8,82^\circ$	=	280 Kg.
$F_{10}$	= 1800 sen $20,88^\circ$	=	640 Kg.
$F_{11}$	= 1800 sen $13,00^\circ$	=	410 Kg.
$F_{12}$	= 1800 sen $18,53^\circ$	=	570 Kg.
$F_{13}$	= 1800 sen $13,35^\circ$	=	420 Kg.
$F_{14}$	= 1800 sen $22,90^\circ$	=	700 Kg.
$F_{15}$	= 1800 sen $4,79^\circ$	=	150 Kg.
$F_{16}$	= 1800 sen $10,03^\circ$	=	310 Kg.



Alle componenti longitudinali del peso delle vetture occorre aggiungere le seguenti altre forze, per ottenere gli sforzi periferici alla puleggia motrice:

- la forza derivante dalla differenza di peso fra fune traente e zavorra: questa vale quando le vetture sono in stazione:

$$(2,34 - 1,81) \times 604,80 = 320 \text{ Kg.}$$

e varia, con legge che riterremo lineare, durante il tragitto.

- gli attriti dovuti alle pulegge di stazione 6x40	240 Kg.
- gli attriti dovuti ai rulli di linea 2x14x7	200 Kg.
- gli attriti delle vetture 2x80	160 Kg.
totale attriti	<u>600 Kg.</u>

Con l'ausilio degli elementi ora calcolati, si è tracciato il diagramma degli sforzi periferici a regime, nel ciclo più sfavorevole, riportato alla fine del presente fascicolo.

#### 2.1.2.2. - Verifica di stabilità della traente.

La tensione della traente superiore è massima, quando la vettura carica si trova a valle del terzo sostegno, in salita. Pur considerando il caso più sfavorevole, supporremo di effettuare un avviamento in queste condizioni.

La tensione ricercata risulta dal seguente calcolo:

- tensione iniziale della zavorra	5000 Kg.
- componente peso zavorra $1,81 \times (226,70 + 97,60 + 235,70) =$	1014 Kg.
- componente peso vettura carica	2080 Kg.
- componente peso traente $2,34 \times 44,80$	105 Kg.
- attriti	300 Kg.
- forze di inerzia con accelerazione $0,3 \text{ m./sec.}^2$ :	
- vettura carica	5100 Kg.
- zavorra $1,81 \times 1985$	3590 Kg.
- traente $2,34 \times 346$	810 Kg.
- rulli guidafune $14 \times 20$	280 Kg.
- volanti $3 \times 800$	2400 Kg.
	<u>12180 Kg.</u>
$12180 \times 0,3 / 9,81 =$	375 Kg.
tensione massima della traente	<u>8874 Kg.</u>



Il grado di sicurezza è

$$G = \frac{44870}{8874} = 5,06$$

regolamentare.

In caso di frenatura l'inerzia assume valori superiori perchè la decelerazione può arrivare facilmente a  $0,5 \text{ m./sec.}^2$  - In questo caso però l'attrito cambia segno, e la tensione massima della fune risulta minore.

#### 2.1.2.3. - Verifica di stabilità della zavorra.

La tensione massima si ha quando la vettura è nella stazione a monte. Con il procedimento già illustrato al paragrafo precedente, otteniamo:

- tensione iniziale		5000 Kg.
- componente peso zavorra	$1,81 \times 604,80$	1095 Kg.
- attriti		220 Kg.
- forze di inerzia:		
- zavorra	$1,81 \times 2340$	4230 Kg.
- volanti		2400 Kg.
- rulli guidafune		280 Kg.
		<u>6910 Kg.</u>
$6910 \times 0,3/9,81 =$		<u>210 Kg.</u>
tensione massima della zavorra		6526 Kg.

Grado di sicurezza:

$$G = \frac{34740}{6525} = 5,33$$



2.1.2.4. - Verifica dell'aderenza fune sulla puleggia motrice.

Abbiamo calcolato la tensione massima della traente al par. 2.1.2.2., ottenendo il valore di 8874 Kg.

Calcoliamo ora il valore della tensione corrispondente nell'altro ramo di fune:

- tensione iniziale	5000 Kg.
- componente peso vettura vuota	430 Kg.
- componente peso zavorra 1,81x92,80	168 Kg.
- componente peso traente 2,34x512,00	1200 Kg.
- forze di inerzia:	
- funi, rulli e pulegge	6910 Kg.
- vettura vuota	1800 Kg.
	<u>8710 Kg.</u>
- 8710x0,3/9,81 =	- 275 Kg.
- attriti	- 300 Kg.
	<u>6223 Kg.</u>
tensione minima sulla puleggia	

Risulta quindi:

$$T/t = \frac{8874}{6223} = 1,43$$

L'angolo di avvolgimento della fune sulla puleggia, è circa:

$$\alpha = 162^\circ$$

Essendo la gola guarnita di gomma, si assume un coefficiente di aderenza:

$$f = 0,25$$

Con ciò risulta:

$$e^{f\alpha} = 2,03$$

Questo valore è molto più grande del rapporto T/t testé trovato, quindi l'aderenza della fune sulla puleggia è assicurata.



## 2.1.2.5. - Calcolo della configurazione delle funi traenti.

Si calcolano qui gli angoli sugli appoggi e le frecce delle traenti, in condizioni statiche. Per la zavorra il calcolo viene eseguito una sola volta, perchè la sistemazione a valle del contrappeso assicura la costanza della tensione di questa fune, in ogni condizione, a meno degli attriti, la cui influenza è trascurabile. Per la traente si considerano le due condizioni estreme, cioè tensione massima e tensione minima.

I Campata.

$$L_1 = 848 \text{ m.}$$

$$\Delta_1 = 226,70 \text{ m.}$$

$$\text{tg } \alpha_1 = 0,2675$$

$$\alpha_1 = 14,97^\circ$$

$$C_1 = 877,77 \text{ m.}$$

Fune zavorra.

$$T_1 = 5000 \text{ Kg.} \quad R_1 = \frac{848,00 \times 1,81}{5000} = 0,3070$$

$$\varphi_1 = 6,23^\circ$$

$$\Delta\varphi = 17,04^\circ$$

$$\varphi_2 = 23,27^\circ$$

$$H_1 = 5000 \cos. 6,23^\circ = 4970 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{848,00 \times 877,77 \times 1,81}{8 \times 4970} = 33,90$$

Fune traente.

$$T_{1\max} = 5000 + 5100 \sin 7,32^\circ = 5650$$

$$\varphi_1 = 4,95^\circ$$

$$\Delta\varphi = 19,43^\circ$$

$$R_1 = \frac{848,00 \times 2,34}{5650} = 0,3511$$

$$\varphi_2 = 24,38^\circ$$



$$H_1 = 5650 \cos 4,95^\circ = 5630 \text{ Kg.}$$

$$f_{\min} = \frac{848,00 \times 877,77 \times 2,34}{8 \times 5630} = 38,65 \text{ m.}$$

$$T_{1\min} = 5000 + 1800 \sin 8,82^\circ = 5280 \text{ Kg.}$$

$$R_1 = \frac{848 \times 2,34}{5280} = 0,3758$$

$$\varphi_1 = 4,25^\circ$$

$$\Delta\varphi = 20,75^\circ$$

$$\varphi_2 = 25,00^\circ$$

$$H_1 = 5280 \cos 4,25^\circ = 5265 \text{ Kg.}$$

$$f_{\max} = \frac{848,00 \times 877,77 \times 2,34}{8 \times 5265} = 41,35 \text{ m.}$$

## II Campata

$$L_2 = 341,40 \text{ m.}$$

$$\Delta_2 = 97,60 \text{ m.}$$

$$\text{tg} \alpha_2 = 0,2830$$

$$\alpha_2 = 15,80^\circ$$

$$C_2 = 354,80 \text{ m.}$$

## Fune zavorra.

$$T_2 = 5000 + 1,81 \times 226,70 = 5410 \text{ Kg.}$$

$$R_2 = \frac{341,40 \times 1,81}{5410} = 0,1143$$

$$\varphi_1 = 12,49^\circ$$

$$\Delta\varphi = 6,47^\circ$$

$$\varphi_2 = 18,96^\circ$$

$$H_2 = 5410 \cos 12,49^\circ = 5280 \text{ Kg.}$$



$$f = \frac{341,40 \times 354,80 \times 1,81}{8 \times 5280} = 5,20 \text{ m.}$$

Tranete.

$$T_{\max} = 5000 + 1,81 \times 226,70 + 5100 \sin 22,17^\circ = 7330 \text{ Kg.}$$

$$R_2 = \frac{341,40 \times 2,34}{7330} = 0,1090$$

$$\varphi_1 = 12,67^\circ$$

$$\Delta\varphi = 6,15^\circ$$

$$\varphi_2 = 18,82^\circ$$

$$H_2 = 7330 \cos 12,67^\circ = 7150 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{341,40 \times 354,80 \times 2,34}{8 \times 7150} = 4,96 \text{ m.}$$

$$T_{\min.} = 5000 + 1800 \sin 8,82^\circ + 2,34 \times 226,70 = 5810 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{341,40 \times 2,34}{5810} = 0,1375$$

$$\varphi_1 = 11,85^\circ$$

$$\Delta\varphi = 7,75^\circ$$

$$\varphi_2 = 19,60^\circ$$

$$H_2 = 5810 \cos 11,85^\circ = 5790 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{341,40 \times 354,80 \times 2,34}{8 \times 5790} = 6,12 \text{ m.}$$

Deviazioni e pressioni delle traenti sul primo sostegno.

zavorra:  $\delta_1 = 23,27^\circ - 12,49^\circ = 10,78^\circ$

$$P = 2 \times 5410 \sin \frac{10,78^\circ}{2} = 1010 \text{ Kg.}$$

traente:  $\delta_{1\min} = 24,38^\circ - 12,67^\circ = 11,71^\circ$

$$P = 2 \times 7330 \sin \frac{11,71^\circ}{2} = 1488 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{1\max} = 25,00^\circ - 11,85^\circ = 13,15^\circ$$

$$P = 2 \times 5790 \sin \frac{13,15^\circ}{2} = 1318 \text{ Kg.}$$

III Campata.

$$L_3 = 714,60 \text{ m.}$$

$$\Delta_3 = 235,70 \text{ m.}$$

$$\text{tg } \alpha_3 = 0,3299$$

$$\alpha_3 = 18,24^\circ$$

$$C_3 = 752,42 \text{ m.}$$

Fune zavorra

$$T_3 = 1,81 \times (226,70 + 97,50) = 5587 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{714,60 \times 1,81}{5587} = 0,2316$$

$$\varphi_1 = 11,64^\circ$$

$$\Delta\varphi = 12,85^\circ$$

$$\varphi_2 = 24,49^\circ$$

$$H_3 = 5587 \cos 11,64^\circ = 5470 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{714,60 \times 752,42 \times 1,81}{8 \times 5470} = 22,25 \text{ m.}$$

traente

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 5000 + 1,81 \times 226,70 + 5100 \sin 22,17^\circ + 2,34 \times 97,60 = \\ &= 7568 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$R = \frac{714,60 \times 2,34}{7568} = 0,2210$$

$$\varphi_1 = 11,94^\circ$$

$$\Delta\varphi = 12,34^\circ$$

$$\varphi_2 = 24,28^\circ$$

$$H = 7568 \cos 11,94^\circ = 7410 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{714,60 \times 752,42 \times 2,34}{8 \times 7410} = 21,23 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 5000 + 1800 \sin 8,82^\circ + 2,27 (226,70 + 97,60) = \\ &= 6040 \text{ Kg.} \end{aligned}$$



$$R = \frac{714,60 \times 2,34}{6040} = 0,2768$$

$$\varphi_1 = 10,35^\circ$$

$$\Delta\varphi = 15,28^\circ$$

$$\varphi_2 = 25,63^\circ$$

$$H = 6040 \cos 10,35^\circ = 5940 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{714,60 \times 752,42 \times 2,34}{8 \times 5940} = 26,50 \text{ m.}$$

Deviazioni e pressioni delle traenti sul secondo sostegno

zavorra:  $\delta_2 = 18,96^\circ - 11,64^\circ = 7,32^\circ$

$$P = 2 \times 5587 \sin \frac{7,32^\circ}{2} = 712 \text{ Kg.}$$

traente:  $\delta_{2\min} = 18,82^\circ - 11,94^\circ = 6,88^\circ$

$$P = 2 \times 7568 \sin \frac{6,88^\circ}{2} = 906 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{2\max} = 19,60^\circ - 10,35^\circ = 9,25^\circ$$

$$P = 2 \times 6040 \sin \frac{9,25^\circ}{2} = 971 \text{ Kg.}$$

IV Campata.

I dati geometrici della campata non coincidono con quelli che compaiono nel calcolo delle portanti perchè l'appoggio della traente non coincide con quello della portante nella stazione intermedia.

$$L_4 = 351,80$$

$$\Delta_4 = 45,60$$

$$\text{tg } \alpha_4 = 0,1297$$

$$\alpha_4 = 7,38^\circ$$

$$C_4 = 354,50$$

Fune zavorra:

$$T_4 = 5000 + 1,81 (226,70 + 97,60 + 235,70) = 6013 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{351,80 \times 1,81}{6013} = 0,1059$$

$$\varphi_1 = 4,34^\circ$$

$$\Delta\varphi = 6,02^\circ$$

$$\varphi_2 = 10,36^\circ$$

$$H_4 = 6013 \cos 4,34^\circ = 5970 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{351,80 \times 354,50 \times 1,81}{8 \times 5990} = 4,72 \text{ m.}$$

Traente

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 5000 + 1,81 (226,70 + 97,60 + 235,70) + 5100 \sin 24,10^\circ = \\ &= 8093 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$R = \frac{351,80 \times 2,34}{8093} = 0,1017$$

$$\varphi_1 = 4,45^\circ$$

$$\Delta\varphi = 5,80^\circ$$

$$\varphi_2 = 10,25^\circ$$

$$H_4 = 8093 \cos 4,45^\circ = 8075 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{351,80 \times 354,50 \times 2,34}{8 \times 8075} = 4,52 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 5000 + 1,81 (226,70 + 97,60 + 235,70) + 1800 \sin 4,79^\circ = \\ &= 6163 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$R = \frac{351,80 \times 2,34}{6163} = 0,1336$$

$$\varphi_1 = 3,55^\circ$$

$$\Delta\varphi = 7,60^\circ$$

$$\varphi_2 = 11,15^\circ$$

$$H_4 = 6163 \cos 3,55^\circ = 6150 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{351,80 \times 354,50 \times 2,34}{8 \times 6150} = 5,94 \text{ m.}$$



Deviazioni e pressioni delle traenti sul terzo sostegno

zavorra:  $\delta_3 = 24,49^\circ - 4,34^\circ = 20,15^\circ$

$$P = 2 \times 6013 \operatorname{sen} \frac{20,15^\circ}{2} = 2072 \text{ Kg.}$$

traente:  $\delta_{3 \min} = 24,28^\circ - 4,45^\circ = 19,83^\circ$

$$P = 2 \times 8093 \operatorname{sen} \frac{19,83^\circ}{2} = 2745 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{3 \max} = 25,63^\circ - 3,55^\circ = 22,08^\circ$$

$$P = 2 \times 6163 \operatorname{sen} \frac{22,08^\circ}{2} = 2318 \text{ Kg.}$$

### 2.1.3. - Fune soccorso.

La fune soccorso ha le seguenti caratteristiche:

- diametro	mm. 16
- formazione	6(1+9+9) + a.t.
- diametro dei fili	mm. 1,3
- sezione metallica	mmq. 103
- resistenza unitaria	Kg./mmq. 190
- carico somma	Kg. 19570
- peso	Kg./m. 0,97

#### 2.1.3.1. - Verifica di stabilità della fune soccorso.

Il contrappeso della fune soccorso, posto nella stazione a valle, agisce in quarta cosicchè la sua corsa risulta abbastanza limitata, e pesa complessivamente 17600 Kg. Esso è diviso in due sezioni: quella fissa di 9200 Kg. e quella addizionale di 8400 Kg.

La tensione massima della fune soccorso risulta dal seguente calcolo:

- tensione iniziale massima 17600/4	4.400 Kg.
- componente peso fune $0,97 \times 604,80$	586 "
- attriti	100 "
- massima componente del peso del carrello	430 "
	<hr/>
	5.516 Kg.



Il grado di sicurezza è:

$$G = \frac{19570}{5516} = 3,55$$

regolamentare.

### 2.1.3.2. - Calcolo della configurazione della fune soccorso.

Si calcolano qui le frecce e gli angoli negli appoggi della fune soccorso, nelle due condizioni limite di tensione massima e tensione minima.

Per brevità non si riportano i dati geometrici delle campate, che sono identici a quelli delle portanti.

I Campata, con tensione massima.

$$R = \frac{848,00 \times 0,97}{4400} = 0,1870$$

$$I = 0,2675$$

$$\varphi_1 = 9,10^\circ$$

$$\Delta \varphi = 10,48^\circ$$

$$\varphi_2 = 19,58^\circ$$

$$H = 4400 \cos 9,10^\circ = 4345 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{848,00 \times 877,77 \times 0,97}{8 \times 4345} = 20,76 \text{ m.}$$

- con solo contrappeso fisso:

$$R = 0,1870 \times \frac{4400}{2300} = 0,3580$$

$$\varphi_1 = 4,76^\circ$$

$$\Delta \varphi = 19,80^\circ$$

$$\varphi_2 = 24,55^\circ$$

$$H = 2300 \cos 4,75^\circ = 2290 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{848,00 \times 877,77 \times 0,97}{8 \times 2290} = 39,40 \text{ m.}$$



II Campata: con tensione massima

$$T_{\max} = 4400 + 0,97 \times 226,70 = 4620 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{341,40 \times 0,97}{4620} = 0,0717$$

$$\varphi_1 = 13,74^\circ$$

$$\Delta\varphi = 4,10^\circ$$

$$I = 0,2830$$

$$\varphi_2 = 17,84^\circ$$

$$H = 4620 \cos 13,74^\circ = 4585 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{341,40 \times 354,80 \times 0,97}{8 \times 4585} = 3,20 \text{ m.}$$

- con solo contrappeso fisso:

$$T_{\min} = 2300 + 0,97 \times 226,70 = 2520 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{341,40 \times 0,97}{2520} = 0,1314$$

$$\varphi_1 = 12,03^\circ$$

$$\Delta\varphi = 7,40^\circ$$

$$H = 2520 \cos 12,03^\circ = 2465 \text{ Kg.}$$

$$\varphi_2 = 19,43^\circ$$

$$f = \frac{341,40 \times 354,80 \times 0,97}{8 \times 2465} = 5,95 \text{ m.}$$

Deviazioni e pressioni fune sul primo sostegno:

$$\delta_{\min} = 19,58^\circ - 13,74^\circ = 5,84^\circ$$

$$P = 2 \times 4620 \sin \frac{5,84^\circ}{2} = 470 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{\max} = 24,55^\circ - 12,03^\circ = 12,52^\circ$$

$$P = 2 \times 2520 \sin \frac{12,52^\circ}{2} = 547 \text{ Kg.}$$

III Campata, con tensione massima.

$$T_{\max} = 4400 + 0,97 (226,70 + 97,60) = 4714 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{714,60 \times 0,97}{4714} = 0,1470$$

$$\phi_1 = 14,19^\circ$$

$$\Delta \phi = 8,00^\circ$$

$$I = 0,3299$$

$$\phi_2 = 22,19^\circ$$

$$H = 4714 \cos 14,19^\circ = 4570$$

$$f = \frac{714,60 \times 752,42 \times 0,97}{8 \times 4570} = 14,27 \text{ m.}$$

- con solo contrappeso fisso

$$T_{\min} = 2300 + 0,97 (226,70 + 97,60) = 2614 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{714,60 \times 0,97}{2614} = 0,2650$$

$$\phi_1 = 10,71^\circ$$

$$\Delta \phi = 14,64^\circ$$

$$\phi_2 = 25,35^\circ$$

$$H = 2614 \cos 10,71^\circ = 2570 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{714,60 \times 752,42 \times 0,97}{8 \times 2570} = 25,36 \text{ m.}$$

Deviazioni e pressioni fune sul secondo sostegno.

$$\delta_{\min} = 17,84^\circ - 14,19^\circ = 3,65^\circ$$

$$P = 2 \times 4714 \sin \frac{3,65^\circ}{2} = 300 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{\max} = 19,43^\circ - 10,71^\circ = 8,72^\circ$$

$$P = 2 \times 2614 \sin \frac{8,72^\circ}{2} = 396 \text{ Kg.}$$



IV Campata con tensione massima.

$$T_{\max} = 4400 + 0,97 (226,70 + 97,60 + 235,70) = 4943 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{343,00 \times 0,97}{4943} = 0,0673$$

$$\varphi_1 = 5,52^\circ$$

$$\Delta\varphi = 3,83^\circ$$

$$I = 0,1306$$

$$\varphi_2 = 9,35^\circ$$

$$H = 4943 \cos 5,52^\circ = 4920 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{343,00 \times 345,91 \times 0,97}{8 \times 4920} = 2,92 \text{ m.}$$

- con solo contrappeso fisso

$$T_{\min} = 2300 + 0,97 (226,70 + 97,60 + 235,70) = 2843 \text{ Kg.}$$

$$R = \frac{343,00 \times 0,97}{2843} = 0,1171$$

$$\varphi_1 = 4,08^\circ$$

$$\Delta\varphi = 6,65^\circ$$

$$\varphi_2 = 10,73^\circ$$

$$H = 2843 \cos 4,08^\circ = 2835 \text{ Kg.}$$

$$f = \frac{343,00 \times 345,91 \times 0,97}{8 \times 2835} = 5,07 \text{ m.}$$

Deviazioni e pressione fune sul terzo sostegno.

$$\delta_{\min} = 22,19^\circ - 5,52^\circ = 16,67^\circ$$

$$P = 2 \times 4943 \sin \frac{16,67^\circ}{2} = 1434 \text{ Kg.}$$

$$\delta_{\max} = 25,35^\circ - 4,08^\circ = 21,27^\circ$$

$$P = 2 \times 2843 \sin \frac{21,27^\circ}{2} = 1050 \text{ Kg.}$$



## 2.1.3.3.- Escursione del contrappeso della fune soccorso

Data la modesta entità delle modifiche introdotte l'escursione del contrappeso della fune soccorso rimane sensibilmente invariata. Resta quindi valido il calcolo eseguito nella primitiva stesura del progetto.

## 2.1.4. - Funi tenditrici delle portanti

A causa della grave limitazione delle profondità delle fosse, imposta dalla vicinanza del Lago Maggiore, e del limite in altezza dell'edificio di stazione, derivanti da esigenze di tutela del paesaggio, si rende necessario ricorrere alla tensione delle portanti mediante funi tenditrici, che consentono un notevole risparmio di ingombro verticale.

Si adottano funi tenditrici  $\varnothing$  56 mm. rinviate su carrucola dal lato fune portante ed ancorate al contrappeso mediante avvolgimento su tamburo, aventi il carico somma 254000

Il grado di sicurezza, tenuto conto della riduzione convenzionale di resistenza del 20% per l'avvolgimento sulle carrucole è:

$$G = \frac{254.000 \times 2 \times 0,8}{64.000} = 6,35 > 6$$

## 2.1.5. - Intervia.

Calcoliamo l'intervia necessaria seguendo il criterio esposto nella circolare ministeriale n. 43/1964 del 14 maggio 1964.

La situazione più sfavorevole si ha quando una vettura è nella prima campata, che è la più lunga; allora la vettura dell'altra via di corsa si trova al di fuori della campata stessa e pertanto la zavorra è libera di spostarsi.

Ricordando che la lunghezza inclinata della campata è 877,77 m., si trova, con il procedimento indicato nella circolare, che la lunghezza fittizia da considerare è:

$$240 + 0,40 \times 877,77 = 590 \text{ m.}$$



La tensione media della zavorra è

$$5000 + 1,81 \times \frac{226,70}{2} = 5205 \text{ Kg.}$$

La pressione del vento di 20 Kg./mq. provoca, per unità di lunghezza, la spinta

$$W = 1,1 \times 0,022 \times 20 = 0,484 \text{ Kg./m.}$$

Lo spostamento laterale della fune zavorra è

$$fw = \frac{0,484 \times 590^2}{8 \times 5205} = 4,05 \text{ m.}$$

A questo spostamento aggiungiamo:

- metà della lunghezza della vettura	1,20 m.
- margine residuo	0,50 m.
	<hr/> 5,75 m.

L'intervista è stato fissato in m. 5,80 nella stazione a valle e m. 7,00 sui sostegni, perciò a metà della prima campata è:

$$\frac{5,80 + 7,00}{2} = 6,40 \text{ m.}$$

maggiore del valore sopra calcolato, quindi sufficiente.

Nella seconda e terza campata, entrambe più corte della prima, l'intervista è 7,00 m. Nella quarta campata si ha ancora la riduzione dell'intervista da m. 7,00 sul terzo sostegno, a m. 5,50 nella stazione intermedia; in mezzeria è perciò di pochissimo inferiore a quello della prima campata. Però la lunghezza della campata è molto minore della prima, quindi lo sbandamento della traente sarà minore. Perciò anche in questa campata lo scartamento previsto è sufficiente.



## **03.02 Ammodernamento delle apparecchiature elettriche per gli azionamenti principali**



FUNIVIA STRESA (205) - ALPINO (805) AB 19


FUNIVIA ALPINO (805) - MOTTARONE (1355) AB 20

AMMODERNAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE  
PER GLI AZIONAMENTI PRINCIPALI

*Progetto esecutivo*

PROGETTAZIONE

E COSTRUZIONE

  
equipaggiamenti  
elettronici industriali srl  
20128.195  
Dott. Ing. FRANCO VIALETTI  
ISCRIZIONE N. 1213  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VICENZA

DIRETTORE DI

ESERCIZIO

  
Dott. Ing. MAURIZIO THAON DI REVEL  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
della R.A. VENEZIA  
Iscrizione Albo 1. 239

AZIENDA

FERROVIE DEL MOTTARONE s.r.l.

ESERCENTE

L'AMMINISTRATORE UNICO  


## I N D I C E

1 - PRESENTAZIONE DELLE SOSTITUZIONI (M. Thaon)	pag 2
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE APPARECCHIATURE	
E.E.I. DZ 172L A.F.	
2.1 AZIONAMENTO PRINCIPALE	pag 5
2.2 APPARECCHIATURE ELETTRICHE DI POTENZA	pag 6
2.3 CONVERTITORE STATICO PER LE ECCITAZIONI	pag 10
2.4 TRADUTTORI E STRUMENTI INDICATORI	pag 11
2.5 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	pag 12
2.6 REGOLAZIONE DELL'AZIONAMENTO WARD-LEONARD	pag 13
3.1 SEZIONE DAZI E FRENI	pag 17
3.2 PROGRAMMATORE ELETTRONICO DIGITALE	pag 19



## 1.1 PRESENTAZIONE

Si presentano le apparecchiature elettriche degli impianti e le sostituzioni di elementi degli azionamenti principali da realizzare in occasione della Revisione generale.

Le due funivie bifuni a va-e-vieni sono due tronchi della stessa linea; hanno la stazione intermedia in comune che è stazione motrice per entrambi i tronchi.

Per ogni tronco vi è un azionamento principale costituito da un gruppo Ward-Leonard ed un azionamento di riserva con motore asincrono. Vi è inoltre un azionamento per l'argano di soccorso con motore asincrono : all'argano unico può essere inserita meccanicamente la puleggia motrice della fune di soccorso di un tronco ovvero quella dell'altro tronco.

La alimentazione normale di energia elettrica è da rete E N E L mediante trasformazione MT/BT annessa agli impianti che fornisce corrente trifase 380 V.

Per occasioni di emergenza è installata la alimentazione trifase a 380 V da gruppo elettrogeneratore diesel.

## 1.2 INTERVENTI SUGLI AZIONAMENTI PRINCIPALI vedi nota

Per l'ammodernamento degli azionamenti principali, si utilizzano le stesse macchine elettriche esistenti e si sostituiscono le apparecchiature di comando e regolazione. Cioè si mantiene la generazione di energia in corrente continua per la potenza dei motori mediante macchine rotanti, anziché modificare il sistema adottando raddrizzatori a tiristori.

Si continua ad utilizzare: - il motore primario asincrono e le resistenze rotoriche di avviamento; - la dinamo coassiale al motore primario; - ed il motore dell'argano a corrente continua, connesso elettricamente alla dinamo. Le macchine son state revisionate smontandole, esaminando, ricondizionando e provando isolamenti, avvolgimenti, collettori ed ogni parte, ripristinando le buone condizioni iniziali.

Vengono invece sostituite le apparecchiature elettriche per generazione e re-

---

N O T A Gli apparati motori sono simili nei due tronchi. Perciò quanto segue è valido per entrambi, eccetto quanto è particolarmente indicato.

golazione delle correnti di eccitazione della dinamo e del motore in corrente continua per renderle adeguate ai criteri costruttivi e funzionali odierni, alle norme C E I . Nelle apparecchiature che si sostituiscono vi sono numerosi elementi speciali dei quali non si trova ricambio oggi. Vengono installati convertitori statici semicontrollati a tre diodi e tre S C R (vedi al punto 2.3 seg).

Il controllo dell'azionamento e coordinamento delle protezioni viene realizzato ex-novo secondo lo stesso sistema originario "classico" (le sequenze utilizzano gruppi di relé elettromeccanici), ma realizzano elaborazioni elettroniche dei segnali e riferimenti (velocità, accelerazione e decelerazione) anziché gli esistenti apparecchi meccanici di controllo.

Le motivazioni tecniche per queste sostituzioni ai sensi del D M 2/1/85 n° 23 capo V "Revisione generale" sono : -- i componenti sono giunti ai limiti di sostituzione detti al comma 5.1.5; - gli apparecchi devono essere resi rispondenti alle norme C E I ai sensi del comma 5.7 ; - i componenti svolgenti funzioni direttamente interessanti la sicurezza di esercizio devono essere sostituiti ai sensi del comma 5.7 ; devono essere attuate norme di prevenzione di infortuni.

### 1.3 APPARECCHI DI CONTROLLO DELLA MARCIA

Gli esistenti programmatori di percorso di tipo meccanico con microinterruttori, duplicati, abbinati a centrifughi meccanici per i dazi di velocità sono apparecchi poco precisi in confronto a quelli installati in altre funivie venti anni addietro ; per questa ragione e considerato il tipo costruttivo sono incompatibili coi nuovi apparecchi di regolazione anzidetti.

Essi vengono sostituiti con apparecchi elettronici ad elaborazione di segnali digitali da trasduttori di distanza percorsa dalle vetture (encoders). Questi programmatori elettronici sono duplicati e mutuamente controllati ; essi comandano automaticamente il blocco delle manovre di avviamento, la riduzione di velocità o l'arresto con intervento dei freni, secondo le condizioni di funzionamento che continuamente rilevano ed elaborano ; inoltre essi comandano la regolazione dei freni, cioè la modulazione continua o la attuazione differenziata.

Le motivazioni tecniche per queste sostituzioni ai sensi del predetto D M sono : - i componenti svolgenti funzioni interessanti la sicurezza devono essere sostituiti ai sensi del comma 5.7 ; il comando dei freni deve essere adeguato ai criteri costruttivi attuali ai sensi del comma 5.8 e Circ Min DC V 16/85.



### 1.3 APPARECCHIATURE AUSILIARIE

Le sostituzioni anzidette comportano circuiti ausiliari rifatti ex-novo secondo gli schemi funzionali descritti al punto 2.2 . Vengono con ciò eliminate alcune caratteristiche degli apparecchi originali non ammissibili secondo le norme di prevenzione di infortuni (tensioni elettriche nei circuiti al banco di manovra). Infatti le nuove apparecchiature funzionano con tensioni 24 V in c c 24 V in c a e 110 V in c a soltanto per i contattori di potenza ; le segnalazioni di tensione e corrente nei circuiti della dinamo e del motore sono ottenute mediante trasduttori in bassissima tensione.

### 1.4 CIRCUITI DI SICUREZZA IN LINEA

Le apparecchiature esistenti non vengono sostituite e perciò non se ne presentano schemi ed illustrazioni del funzionamento.

Esse sono apparecchiature della FITRE trasmittenti con accoppiamenti induttivi e capacitivi, installate nel 1980 e rispondenti alle norme costruttive vigenti ; son state presentate nella relazione della Revisione generale.

## SCHEMI FUNZIONALI E DESCRIZIONE

Con le sostituzioni presentate precedentemente si realizzano, ugualmente per ognuno dei due tronchi, le apparecchiature elettriche per l'azionamento principale progettate e costruite dalla E E I - Equipaggiamenti Elettronici Industriali secondo lo schema funzionale, la descrizione e la legenda seguenti.

## 2.1 AZIONAMENTO PRINCIPALE

Il gruppo di trazione principale è costituito essenzialmente da un motore asincrono trifase, da una dinamo e da un motore in corrente continua, connessi meccanicamente ed elettricamente in modo da formare un gruppo "Ward - Leonard".

Il motore asincrono è alimentato dalla rete ENEL trifase a 380 V 50 Hz, oppure dal gruppo elettrogeno con le stesse caratteristiche di tensione e frequenza.

L'avviamento del motore asincrono e' a tre gradini di velocità ed avviene mediante l'esclusione progressiva di gruppi di resistenze rotoriche; tale gruppo di avviamento e' attualmente presente sull'impianto e verra' completamente revisionato.

Verra' completamente sostituita invece l'apparecchiatura elettrica ed elettronica per la generazione e la regolazione delle correnti di eccitazione della dinamo e del motore del gruppo Ward - Leonard, per renderla conforme alle attuali normative e piu' efficiente rispetto all'esistente.

Le correnti di eccitazione della dinamo e del motore in corrente continua sono fornite da un convertitore semicontrollato a tre diodi e tre SCR.

La corrente di eccitazione della dinamo viene regolata automaticamente, da valori leggermente negativi al valore nominale, per consentire la regolazione della tensione di anello e della velocità dell'impianto da zero al valore nominale.

La corrente di eccitazione del motore è fissa; la inversione del senso di marcia avviene invertendo mediante contattori la corrente di eccitazione del motore, ad impianto fermo.

Nel funzionamento dell'impianto con carico in salita, viene trasferita energia dalla rete di alimentazione all'impianto:

- mediante il motore asincrono, che "trasforma" una potenza elettrica in corrente alternata in una potenza meccanica



all'asse;

- mediante una dinamo, che "trasforma" la potenza meccanica prelevata all'asse del motore asincrono in una potenza elettrica in corrente continua;

- mediante un motore in continua alimentato all'armatura dalla dinamo, che "trasforma" la potenza elettrica in corrente continua in una potenza meccanica trasferita all'impianto.

Nel funzionamento dell'impianto con carico in discesa il trasferimento di energia avviene in direzione opposta, con recupero di energia dall'impianto alla rete.

## 2.2) APPARECCHIATURE ELETTRICHE DI POTENZA.

Il quadro elettrico addetto all'alimentazione ed al controllo dell'azionamento principale è alimentato dalla tensione di rete trifase a 380 V, 50 Hz oppure dalla linea analogica proveniente dal gruppo elettrogeno (l'alimentazione viene smistata all'esterno delle apparecchiature di azionamento).

All'ingresso della linea smistata è posto un interruttore automatico tripolare, con manovra dal fronte armadio e bobina di sgancio automatico, che consentono di inserire e disinserire la linea di alimentazione.

A valle dell'interruttore, la linea trifase alimenta:

- il motore asincrono del gruppo di trazione;
- una linea trifase per i servizi ausiliari;
- il convertitore semicontrollato c.a. - c.c. delle eccitazioni.

### DINAMO E MOTORE IN CORRENTE CONTINUA.

La dinamo ed il motore in corrente continua sono macchine simili, dotate di avvolgimento di eccitazione serie ed avvolgimento di eccitazione indipendente.

La dinamo ed il motore in corrente continua sono connesse all'armatura dalla linea in corrente continua di anello W.L.

Sulla linea è posto il contattore di apertura dell'anello, in grado di aprire la linea sotto carico; è posto inoltre un rele' elettromagnetico di massima corrente, che causa l'apertura del contattore di anello in caso di sovracorrenti nell'anello W.L.

## SERVIZI AUSILIARI

La linea trifase di alimentazione dei servizi ausiliari è derivata dalla linea principale mediante una terna di fusibili ad alta capacità di rottura.

Su tale linea è posto un soppressore che riduce entro valori accettabili eventuali sovratensioni che si presentino sulla linea di alimentazione.

Da questa linea vengono derivate:

- una linea trifase, protetta da fusibili, che alimenta:
  - il trasformatore di sincronismo del convertitore delle eccitazioni;
  - il raddrizzatore per l'alimentazione a 24 V c.c. dei dispositivi elettronici ausiliari presenti nell'armadio.
- una linea monofase, protetta da fusibili, per il trasformatore delle linee a 110 V dei contattori ausiliari e a 24 V delle segnalazioni.



## DATI PRINCIPALI

## PRIMO TRONCO

## \* ALIMENTAZIONE:

- linea trifase (ENEL o elettrogeno)
- tensione 380 V
- frequenza 50 Hz

## \* MOTORE ASINCRONO TRIFASE W.L.

- potenza 145,5 KW
- velocità 1470 rpm
- tensione statore 380 V
- corrente statore 276 A

## \* DINAMO:

- potenza 133 KW
- velocità 1470 rpm
- tensione di armatura 330 V
- corrente di armatura 404 A
- tensione di eccitazione 110 V
- corrente di eccitazione 8,5 A
- tensione di controeccitazione 60 V
- corrente di controeccitazione 30 mA

## \* MOTORE IN C.C.:

- potenza 121,5 KW
- velocità 1300 rpm
- tensione di armatura 330 V
- corrente di armatura 404 A
- tensione di eccitazione 220 V
- corrente di eccitazione 4 A

## \* MOTORE ASINCRONO TRIFASE RISERVA

- potenza 103 KW
- velocità 970 rpm
- tensione statore 380 V
- corrente statore 200 A
- tensione rotore 375 V
- corrente rotore 170 A

## VELOCITA' DELLE VETTURE IN LINEA

- con azionamento principale 7,2 m/sec
- con azionamento di riserva 5,4 m/sec
- freno di servizio a ceppi con due gradini
- freno di emergenza a ceppi con serraggio a peso

## DATI PRINCIPALI

## SECONDO TRONCO

## \* ALIMENTAZIONE:

- linea trifase (ENEL o elettrogeno)
- tensione 380 V
- frequenza 50 Hz

## \* MOTORE ASINCRONO TRIFASE W.L.

- potenza 203 KW
- velocità 1470 rpm
- tensione statore 380 V
- corrente statore 360 A

## \* DINAMO:

- potenza 184 KW
- velocità 1470 rpm
- tensione di armatura 330 V
- corrente di armatura 556 A
- tensione di eccitazione 110 V
- corrente di eccitazione 9,6 A
- tensione di controeccitazione 56 V
- corrente di controeccitazione 45 mA

## \* MOTORE IN C.C.:

- potenza 169 KW
- velocità 1500 rpm
- tensione di armatura 330 V
- corrente di armatura 556 A
- tensione di eccitazione 220 V
- corrente di eccitazione 5 A

## \* MOTORE ASINCRONO TRIFASE RISERVA

- potenza 106,5 KW
- velocità 730 rpm
- tensione statore 380 V
- corrente statore 210 A
- tensione rotore 380 V
- corrente rotore 170 A

## VELOCITA DELLE VETTURE IN LINEA

- con azionamento principale 9,0 m/sec
- con azionamento di riserva 5,5 m/sec
- freno di servizio a disco, modulabile
- freno di emergenza a ceppi con serraggio a peso



### 2.3) CONVERTITORE STATICO PER LE ECCITAZIONI

Il convertitore c.a./c.c. che genera le correnti di eccitazione della dinamo e del motore si presenta come un convertitore unidirezionale semicontrollato a ponte di Graetz, in quanto costituito da tre diodi e da tre SCR.

In effetti, esso va invece considerato come l'unione di due convertitori a stella trifase, collegati tra le fasi ed il neutro a terra del secondario del trasformatore triangolo-zigzag di alimentazione.

Sulle fasi di alimentazione del convertitore sono inseriti tre fusibili di protezione; al secondario del trasformatore sono presenti degli scaricatori di sovratensioni.

I tiristori sono protetti contro gli eccessivi gradienti di tensione ( $dV/dt$ ) mediante gruppi R-C, opportunamente dimensionati, collegati in parallelo ai tiristori.

Uno dei due convertitori è del tipo non controllato a 3 diodi ed è utilizzato per fornire la corrente fissa di eccitazione del motore.

L'inversione del senso di rotazione del motore e quindi del senso di marcia è ottenuta mediante l'inversione a contattori della corrente di eccitazione; l'inversione è comandata dai segnali di parte vettura 1 o parte vettura 2 ed è abilitata solamente ad impianto fermo.

Il secondo convertitore è del tipo totalcontrollato a tre tiristori ed alimenta con corrente variabile l'eccitazione principale della dinamo, consentendo la variazione della tensione di anello e quindi della velocità del motore.

Alla corrente variabile positiva generata dal convertitore a tiristori si somma una corrente fissa negativa, di valore ridotto, generata dal convertitore a diodi e regolabile mediante un reostato; tale corrente è necessaria per annullare gli effetti del campo di magnetizzazione residuo e consentire l'annullamento della tensione di anello.

La corrente erogata dal convertitore è intrinsecamente limitata, mediante un anello di regolazione e limitazione della corrente, entro un valore massimo tarabile con un potenziometro.

## 2.4) TRASDUTTORI E STRUMENTI INDICATORI:

## a) CORRENTE ECCITAZIONE MOTORE

- shunt amperometrico in serie all'eccitazione
  - adattamento: scheda 597.0 trasd. isolamento galvanico
  - utilizzatori: amperometro corrente ecc. motore (dazi)  
rele' minima ecc. motore 947.1

## b) CORRENTE ECCITAZIONE DINAMO

- shunt amperometrico in serie all'eccitazione
  - adattamento: scheda 597.0 trasd. isolamento galvanico
  - utilizzatori: amperometro corrente ecc. dinamo (dazi)

## c) CORRENTE CONVERTITORE ECCITAZIONI

- due T.A. connessi a triangolo aperto su fasi R e T
  - adattamento: scheda 506.3 (raddrizzatore)
  - utilizzatori: scheda 720.1 (regolatore convertitore)

## d) CORRENTE DI ANELLO

- shunt amperometrico in serie all'anello W.L.
  - caratteristiche: 250 A/60 mV
  - adattamento: 2 schede 597.0 (isolamento galvanico)
  - utilizzatori: 2 schede 759.5 (elaboraz. corrente, dazi)  
2 amperometri corrente motore (dazi)

## e) TENSIONE DI ANELLO

- segnale prelevato ai capi della armatura della dinamo
  - adattamento: 2 schede 511.9 (separatore differenziale)
  - utilizzatori: scheda 722.1 (regolatore convertitore)  
scheda 857.5 (relè di tensione anello zero)  
2 schede 759.5 (elaboraz. corrente, dazi)  
2 voltmetri tensione di anello (dazi)

## f) VELOCITA' MOTORE

- dinamo tachimetrica connessa all'albero del motore
  - adattamento: scheda 773.0 (partitore per convertitore)  
scheda 526.0 (part. confronti, dazi)
  - utilizzatori: scheda 722.1 (regolatore convertitore)  
2 schede 759.5 (elaboraz. corrente, dazi)  
2 schede 742.5 (confronti veloc., dazi)



## 2.5) DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.

## a) PROTEZIONE TERMICA MOTORE ASINCRONO

- relè termico sulla linea trifase di alimentazione
  - intervento: arresto motore asincrono (relè ausil. marcia)  
arresto impianto
  - segnalazioni: LED rosso su pulpito (protezioni principale)

## c) SOVRACCARICO MOTORE C.C.:

- circuito "integrale di corrente" su scheda 722.1 (uscita K5)
    - intervento : arresto impianto (relè ausil. marcia)
    - segnalazioni: LED rosso su pulpito (protezioni principale)
  - NOTE: il livello di intervento è tarabile mediante il trimmer I NOM (corrente nominale) su scheda; un LED rosso segnala il superamento della corrente nominale.
- Il dispositivo interviene in un tempo inversamente proporzionale alla entità del sovraccarico, consentendo quindi brevi sovraccarichi di valore notevole e sovraccarichi ridotti ma più lunghi.

## d) MANCANZA FASE, SENSO CICLICO ERRATO, MANCANZA +6V

- circuito "mancanza fase" su scheda 720.1 (uscita K1) che interviene per mancanza di una fase, senso ciclico errato della alimentazione del convertitore, mancanza alim. scheda
  - intervento : arresto impianto (relè ausil. marcia)
  - segnalazioni: LED rosso su pulpito (protezioni principale)

N.B.: un dispositivo identico, sulla scheda 720.1 del convertitore di avviamento del motore asincrono, causa l'arresto del motore asincrono o impedisce l'avviamento (diseccita il relè 167d o 467d dei principali).

## e) MINIMA ECCITAZIONE MOTORE C.C.

- schede 597.0 e 947.1 (shunt in serie all'eccitazione, circuito di isolamento galvanico e relè di minima corrente).
  - intervento : arresto impianto (relè ausil. marcia)
  - segnalazioni: LED rosso su pulpito (protezioni principale)
- NOTE: tarabile con potenziometro su scheda

## f) TEST CONTATTORI:

- catena dei contatti normalmente chiusi dei contattori e dei relè principali.
  - intervento : consenso marcia (prima dell'avviamento i contattori devono essere aperti)

## g) TENSIONE DI ANELLO ZERO:

- schede 511.9 e 857.5 (trasduttore di tensione di anello e relè di tensione zero che fornisce il consenso per tensione di anello inferiore ad un valore tarabile sulla scheda).
  - intervento: impedisce la chiusura dell'anello e quindi l'avviamento se la tensione di anello è eccessiva.
  - segnalazione: LED rosso su pulpito (protezioni principale)
- NOTE: tarabile con potenziometro su scheda

## 2.6) REGOLAZIONE DELL'AZIONAMENTO WARD LEONARD.

La dinamo dell'azionamento Ward Leonard ruota alla velocità all'incirca costante del motore asincrono, pertanto la tensione di armatura viene regolata agendo unicamente sulla corrente di eccitazione della dinamo stessa.

Il motore ha una corrente di eccitazione costante, pertanto la sua velocità è circa proporzionale alla tensione di armatura, eguale alla tensione di armatura della dinamo; in questo modo, variando la corrente di eccitazione della dinamo, si può regolare la velocità dell'impianto.

Il segnale di riferimento di velocità proviene dalla spazzola del potenziometro di velocità impianto, posto sul pulpito.

Questo segnale viene inviato alla scheda 758.0 (3° rack armadio dazi) che provvede a ridurre la velocità dell'impianto se l'alimentazione proviene dai gruppi elettrogeni e si è raggiunta la massima potenza erogabile da un gruppo elettrogeno, tarabile sulla scheda.

Il segnale di riferimento di velocità, eventualmente ridotto da questa scheda, costituisce l'ingresso del circuito di accelerazione e decelerazione controllata (scheda 740.5, 3° rack armadio dazi).

Su tale pannello sono separatamente tarabili le pendenze delle due rampe di accelerazione e decelerazione (potenziometri ACC e DEC).

Il segnale di uscita della scheda costituisce il riferimento di velocità per l'azionamento principale del tronco; questo segnale viene ridotto o annullato in questi casi:

- nel caso di funzionamento automatico da stazione, viene ridotto progressivamente per il rallentamento e l'arresto in stazione; in questo caso, il segnale viene "agganciato" al segnale di uscita della scheda 756.1 (decelerazione automatica, 3° rack dell'armadio dazi).

- nel caso vengano esclusi alcuni dispositivi di protezione, il segnale di riferimento viene limitato in modo da consentire una velocità massima pari all'80% della velocità nominale (penalizzazione del 1° livello) o pari a 20% della velocità nominale (penalizzazione del 2° livello).

- alla diseccitazione del relè di impianto in marcia, il riferimento viene ridotto in rampa fino a 0.



Il segnale di uscita della scheda 740.5 viene inviato alla scheda di regolazione del convertitore di eccitazione dinamo dell'azionamento principale.

Il segnale entra in modo differenziale agli ingressi E0, E1 della scheda 722.1 che costituisce il regolatore di velocità e di corrente di anello dell'azionamento principale.

In questa scheda, il segnale di riferimento di velocità viene adattato dall'amplificatore differenziale (1); lo stadio (2) inverte o meno il segnale di riferimento, a seconda dei segnali logici di comando agli ingressi Z2 e Z3 (parte vettura 1 o parte vettura 2).

Il riferimento, con il segno corretto, viene inviato allo stadio regolatore di velocità (3), dove viene elaborato l'errore di velocità, dato dalla differenza tra il segnale di riferimento ed il segnale di retroazione proveniente dalla dinamo tachimetrica del motore.

Il potenziometro STAB consente di tarare il regolatore per ottenere la stabilità dell'azionamento.

Il segnale di retroazione generato dalla tachimetrica viene opportunamente ridotto mediante un partitore resistivo (4) ed inviato all'ingresso E5 della scheda, dove viene adattato mediante lo stadio amplificatore (5).

I potenziometri V MAX e DER consentono di tarare la velocità massima dell'impianto e l'effetto di "anticipo di tachimetrica" che influenza la stabilità della regolazione.

Il segnale di velocità impianto viene condotto inoltre all'uscita U0 mediante un circuito raddrizzatore (6) e l'amplificatore (7).

L'uscita del regolatore di velocità viene utilizzata per ottenere il riferimento di corrente di anello per il successivo regolatore.

Tale riferimento di corrente viene limitato entro un valore positivo e negativo tarabile mediante il potenziometro I MAX, in modo da ottenere una limitazione intrinseca della corrente di anello (8).

Il segnale viene inoltre ricondotto al segno corretto mediante uno stadio di inversione (9) comandato dai segnali di parte vettura 1 e parte vettura 2.

Il regolatore di corrente di anello riceve in reazione all'ingresso E3 il segnale di corrente di anello, proveniente dallo shunt di anello e isolato galvanicamente mediante lo stadio

(11).

Il segnale di reazione viene corretto dall'azione del segnale di tensione di anello, rilevato mediante un separatore differenziale (12) e condotto all'ingresso E2.

Il segnale di corrente di anello viene inviato, tramite un amplificatore (13), all'uscita U2; viene inoltre inviato al circuito di protezione termica di corrente "a tempo inverso" del motore.

Il potenziometro I NOM consente di tarare la corrente nominale del motore; la protezione interviene con maggiore o minore rapidità a seconda della entità e della durata del sovraccarico, aprendo il contatto statico, optoisolato dal circuito, posto tra le uscite K4 e K5.

Un LED rosso segnala il superamento della corrente nominale, prima dell'intervento della protezione.

Il regolatore di corrente di anello fornisce all'uscita il segnale di riferimento per il successivo regolatore di corrente di eccitazione che risiede nella scheda 720.1 (stadio 14).

Il segnale di reazione è ottenuto trasducendo la corrente fornita dal convertitore di eccitazione principale della dinamo, mediante due T.A. connessi a triangolo aperto posti sulle fasi di alimentazione del convertitore.

Un raddrizzatore consente di ottenere dalle correnti alternate un segnale proporzionale alla corrente continua di eccitazione (stadio 15, scheda 952.0).

Il segnale di corrente viene amplificato (16) e condotto all'uscita K0, che può essere utilizzata ad esempio per comandare un amperometro di corrente di eccitazione della dinamo.

Il segnale all'uscita del regolatore di corrente costituisce il riferimento per lo stadio successivo (17) formatore e sfasatore degli impulsi.

Questo stadio elabora le tre rampe di confronto per la generazione degli impulsi di accensione dei tre tiristori posti sulle tre fasi, utilizzando le tre tensioni di fase all'uscita del trasformatore di sincronismo (18).

L'impulso di accensione di un tiristore viene generato nel momento in cui il segnale di riferimento incrocia la rampa di riferimento: in questo modo al variare dell'ampiezza del segnale di riferimento varia il ritardo all'accensione dei tiristori e quindi la tensione e la corrente di eccitazione.



Un circuito elettronico (19) riconosce la presenza e la corretta sequenza delle fasi all'uscita del trasformatore di sincronismo (segnalata dall'accensione di un LED verde) ed interviene, causando il blocco del convertitore, in caso di mancanza fase o errato senso ciclico.

Gli impulsi di accensione vengono condotti ai tiristori mediante le schede 912.0 (20) che realizzano l'isolamento galvanico (mediante trasformatori di impulso) e l'amplificazione degli impulsi.

Il regolatore di eccitazione è sempre funzionante, anche quando è diseccitato il contattore di anello, allo scopo di assicurare il mantenimento di tensione nulla all'armatura della dinamo, indipendentemente dal magnetismo residuo nel circuito magnetico della dinamo.

In tali condizioni, i riferimenti di velocità e tensione vengono annullati, richiedendo una tensione di armatura nulla.

Pertanto, il regolatore fornirà una corrente di eccitazione, solitamente leggermente negativa, tale da compensare gli effetti del magnetismo residuo e mantenere nulla la tensione di armatura.





### 3.1) SEZIONE DAZI - FRENI: GENERALITA'.

Ciascuno dei due tronchi utilizzerà un armadio dazi - freni separato, di nuova realizzazione, che sostituirà quello attualmente presente.

Poiché i due armadi dei due tronchi sono molto simili, se ne descrive uno solo, evidenziando eventuali differenze tra i due tronchi.

L'armadio dazi - freni contiene le apparecchiature elettriche ed elettroniche destinate al coordinamento dei comandi dell'operatore, delle predisposizioni di scelta del tipo di servizio e dell'intervento delle protezioni di tutto l'impianto.

In base a tali segnali, i dispositivi presenti verificano istante per istante il corretto funzionamento e le condizioni di sicurezza dell'impianto.

In caso di malfunzionamenti, i dispositivi comandano automaticamente il blocco delle manovre di avviamento, la riduzione della velocità o l'arresto con l'intervento dei freni a seconda delle circostanze.

L'armadio dazi - freni realizza le seguenti funzioni:

- a) smistamento delle alimentazioni a 24 Vcc provenienti dai due gruppi di batterie di stazione (e dai due caricabatterie).
- b) acquisizione ed elaborazione dei segnali di spazio e di velocità provenienti dai trasduttori;
- c) elaborazione del riferimento di velocità per l'azionamento principale;
- d) protezioni di spazio, velocità, corrente, dazio e confronti;
- e) coordinamento e visualizzazione dello stato di servizio, dei comandi e delle protezioni, realizzato mediante un gruppo di relè elettromeccanici, lampade e LED di segnalazione.
- f) logica di intervento, alimentazione, controllo e regolazione delle elettrovalvole modulate e non modulate del freno di servizio idraulico del secondo tronco e degli attuatori del freno di servizio differenziato di servizio del primo tronco e dei freni di emergenza a scatto dei due tronchi;
- g) elaborazione dei segnali di spazio, velocità, corrente e dei segnali logici relativi allo stato di funzionamento per le visualizzazioni sul pulpito e la memorizzazione sul registratore di eventi.

Le apparecchiature contenute nell'armadio dazi - freni sono alimentate esclusivamente dalle due linee a 24 Vcc provenienti dalla due batterie di accumulatori.

Ciò è necessario per assicurare il mantenimento del controllo dell'impianto anche nel caso di mancanza improvvisa della tensione di rete e la separazione da linee e dispositivi di potenza che possono costituire fonte di disturbi per i dispositivi elettronici o di pericolo per l'operatore.

Tutti i dispositivi relativi al freno di servizio sono alimentati dalla linea di batteria 1, mentre quelli relativi al freno di emergenza dalla linea di batteria 2, per impedire l'intervento intempestivo di entrambe i freni in caso di improvvisa mancanza di una linea di alimentazione.

I dispositivi di controllo e di protezione duplicati sono distinti in due gruppi identici (canale 1 e canale 2) alimentati da due linee distinte, per assicurare la completa indipendenza dei due gruppi fin dalla alimentazione.



### 3.2) PROGRAMMATORE ELETTRONICO DIGITALE PER IMPIANTO FUNIVIARIO DI TIPO VA E VIENI.

Sulla porta dell'armadio dazi-freni sono collocati tre rack, contenenti le schede elettroniche che realizzano le elaborazioni ed i dispositivi di protezione relativi al programmatore di percorso, alle protezioni di spazio, velocità e corrente, alla regolazione del freno modulato ed alla generazione del riferimento di velocità dell'impianto.

L'intero programmatore di percorso e le protezioni di spazio, velocità e corrente sono duplicati e sottoposti al test automatico di avviamento ed al test manuale eseguibile ad impianto fermo.

Le schede relative a dispositivi duplicati sono raggruppate in due "canali" distinti (canale 1 e canale 2); i due canali sono indipendenti, sono disposti su rack differenti e sono alimentati da linee a 24 V c.c. provenienti da due batterie distinte.

#### 3.2.1) PRIMO RACK

Il primo rack, detto di canale 1, contiene le schede addette al programmatore di percorso 1, che realizzano in particolare:

- elaborazione dei segnali di spazio e di velocità (schede 731.1, 734.1, 754.1).
- coordinamento dei segnali di spazio ed esecuzione del test automatico e del test manuale (scheda 737.0)
- protezioni di velocità massima e dazio (schede 756.1 e 736.1)
- relè di spazio che individuano la zona suoneria, la zona uomo morto, la zona fosse, il punto di apertura dei cancelli (schede 755.0 e 757.0)

Il rack di canale 1 contiene inoltre le schede addette:

- alle protezioni di confronto tra i segnali di velocità dei programmatori 1 e 2 e del motore (scheda 742.5)
- alla regolazione della frenata modulata ed al pilotaggio della elettrovalvola modulata del freno di servizio (schede 744.5 e 745.6) (per il primo tronco).
- alla gestione della frenata differenziata a due livelli, in base al valore della coppia di impianto al momento dell'arresto (per il secondo tronco).
- alla trasmissione ai gruppi di LED sul pulpito delle segnalazioni dello stato di servizio del programmatore 1.

### 3.2.2) SECONDO RACK

Il secondo rack, detto di canale 2, contiene le schede addette al programmatore di percorso 2, che sono del tutto identiche a quelle del programmatore 1 contenute nel primo rack.

Contiene inoltre le schede addette:

- alla protezione di mancata decelerazione (scheda 746.5)
- alle protezioni di confronto dei segnali di velocità di motore e programmatore 1 e 2 (scheda 742.5)
- alla trasmissione ai gruppi di LED sul pulpito delle segnalazioni dello stato di servizio del programmatore 2.

### 3.2.3) TERZO RACK

Il terzo rack contiene le schede addette:

- alla generazione del riferimento di velocità degli azionamenti principali (scheda 740.5)
- alla sua limitazione per raggiunta massima potenza del gruppo elettrogeno (scheda 758.0)
- alla generazione del riferimento per il rallentamento e l'ingresso automatico in stazione delle vetture (scheda 756.1)
- alle protezioni di massima corrente (scheda 713.6).

Il terzo rack è diviso in due sezioni, alimentate da batterie diverse; la prima sezione è relativa al canale 1 dei dispositivi duplicati, mentre la seconda è relativa al canale 2.

Il rack di canale 1 e la prima parte del terzo rack, con le schede in essi contenute, sono alimentate dalla linea proveniente dalla batteria 1; il secondo rack e la seconda parte del terzo sono alimentati dalla linea proveniente dalla batteria 2.



### 3.2.4) SCHEDE DEI TRE RACK

Di seguito viene indicata la posizione delle schede nei tre rack e le loro funzioni principali; la posizione è indicata con il numero del rack (1, 2, 3) e la posizione nel rack (A, B, ..P).

#### a) ALIMENTAZIONE (scheda 705.5).

Fornisce le tensioni di alimentazione 0V, 24V, +12V, -12V alle schede del rack.

La mancanza di alimentazione determina l'annullamento del segnale logico di uscita K0 e la segnalazione sul pulpito mediante LED rossi del gruppo "parzializzazioni e allarmi".

#### b) DISCRIMINAZIONE DEL SENSO DI ROTAZIONE ED ELABORAZIONE DEL SEGNALE DI VELOCITA' (scheda 731.1).

La scheda riceve le informazioni di spazio e velocità da un encoder di tipo bidirezionale, accoppiato ad una puleggia di rinvio.

Ciascuno dei due canali utilizza un encoder proprio, per assicurare l'indipendenza di funzionamento dei due canali.

In base alla situazione di anticipo o ritardo degli impulsi del primo canale dell'encoder rispetto al secondo, la scheda 731.1 discrimina il suo senso di rotazione, ovvero il senso di moto effettivo dell'impianto.

A seconda del senso di marcia rilevato, gli impulsi generati dall'encoder sono presenti all'uscita U2 (per marcia in direzione PV2 "parte vettura 2 da motrice") o U3 (per marcia in direzione PV1 "parte vettura 1 da motrice").

L'uscita K0 al livello alto indica la marcia in direzione parte vettura 1; analogamente l'uscita K1 per la direzione parte vettura 2.

Dalla frequenza degli impulsi la scheda elabora il segnale analogico di velocità impianto (10 V alla velocità nominale), inviato tramite l'uscita U0 alle schede di protezione di velocità (e da queste al tachimetro posto sul pulpito), ed alle schede di confronto di velocità.

Alla scheda sono collegati i potenziometri di test manuale di spazio e di velocità; in presenza del segnale di comando di test manuale, proveniente dal selettore presente sul fronte dell'armadio, la scheda fornisce alle uscite segnali di spazio e velocità tarabili mediante i potenziometri di test posti sul pulpito, al posto dei segnali normali.

Segnali simili, di valore pretarato, vengono inviati nella fase

di test automatico che precede l'avviamento dell'impianto, per la verifica dell'intervento delle protezioni.

In particolare, la scheda di canale 1 genera un segnale di velocità tale da far intervenire la protezione di dazio di canale 1 alla distanza di 8 metri dalla stazione; la scheda di canale 2 invece genera un segnale che fa intervenire la protezione di dazio di canale 2 a 16 metri.

La differenza tra le due velocità simulate dalle schede dei due canali e tra le velocità simulate e le velocità indicate dalla dinamo tachimetrica di motore (zero) fa intervenire le protezioni di confronto di velocità C1-C2, C2-C1, motore-C1 e motore C2.

#### c) GENERATORE DI FREQUENZE DI RIFERIMENTO (scheda 734.1).

La scheda 734.1 genera un segnale (TBD) a frequenza costante (5 Hz), mediante un oscillatore pilotato al quarzo, che serve come frequenza di riferimento ("base dei tempi") per i segnali di spazio in frequenza, inviato alle schede successive, all'indicatore di percorso ed al tester tramite l'uscita U2.

La scheda inoltre moltiplica la frequenza degli impulsi inviati dalla scheda precedente per un coefficiente di impianto, corrispondente al numero di impulsi generati dall'encoder per ogni metro fune, tarabile mediante tre commutatori decadici decimali presenti sulla scheda.

Ad esempio, se l'encoder genera 93,5 impulsi ogni metro fune, si dovranno programmare i numeri 9-3-5.

Per assicurare una buona precisione nella lettura dello spazio fune, è opportuno realizzare la trasmissione del movimento tra fune ed encoder in modo da ottenere da 90 a 99 impulsi di encoder per ogni metro fune.

A seconda della direzione di marcia, viene inviato alla uscita U4 o U5 un segnale impulsivo di incremento di spazio, che presenta 5 impulsi per ogni metro fune passato (ad ogni impulso corrispondono dunque 20 cm di fune, corrispondenti alla definizione nella lettura di spazio).

Il segnale impulsivo è presente ad una sola delle due uscite:

- in U4 per marcia in direz. PV1 (segnale S1);
- in U5 per marcia in direz. PV2 (segnale S2).

La scheda genera inoltre una frequenza di campionatura fissa (50 KHz) per i moltiplicatori DRM dei contatori di spazio (FCL), inviata tramite l'uscita U0 alla scheda dei contatori di spazio.



## d) CONTATORI DI SPAZIO (scheda 754.1).

La scheda 754.1 calcola e memorizza, istante per istante, la distanza di una vettura dalla stazione motrice e la distanza della vettura dalla stazione di rinvio.

A questo scopo, ciascuna scheda contiene due contatori di spazio (contatore A e contatore B) che eseguono, ciascuno per proprio conto e con modalità differenti, il conteggio degli impulsi di incremento di spazio provenienti dalle uscite U5 e U4 della scheda 734.1, collegate con gli ingressi E0 ed E1 di questa scheda.

Il contatore A della scheda di canale 1 (A1) e di canale 2 (A2) contiene ad ogni istante un valore numerico che corrisponde alle seguenti distanze:

- distanza della vettura 1 dalla stazione di rinvio (V1-R);
- distanza della vettura 2 dalla stazione motrice (V2-M).

Per la simmetria del movimento delle due vetture, le due distanze infatti sono eguali.

Il contatore B della scheda di canale 1 (B1) e di canale 2 (B2) contiene invece ad ogni istante un numero corrispondente alle seguenti distanze:

- distanza della vettura 1 dalla stazione motrice (V1-M);
- distanza della vettura 2 dalla stazione di rinvio (V2-R).

Se ad esempio l'impianto è in marcia in direzione "parte vettura 1" ed analizziamo le schede di canale 1 e 2 avremo:

- 5 impulsi per ogni metro percorso presenti all'ingresso E1;
- ad ogni impulso i contatori A1 e A2 diminuiscono di un metro la distanza "V1-R" e "V2-M" in essi contenuta.
- ad ogni impulso i contatori B1 e B2 incrementano di un metro la distanza "V1-M" e "V2-R" in essi contenuta.
- alla fine della corsa, l'arrivo della vettura 1 a rinvio avviene quando la vettura 2 tocca il finecorsa FC2 di stazione motrice; il segnale relativo azzerà i contatori A1 e A2, cioè le distanze "V1-R" e "V2-M".

Se l'impianto è in marcia in direzione "parte vettura 2", gli impulsi saranno presenti all'ingresso E0 e produrranno l'incremento del contatore A1 e il decremento di B1; quando la vettura 1 tocca il finecorsa di stazione motrice, si annulla il conteggio B1, distanza della vettura 1 da motrice.

Il numero N contenuto in ciascuno dei due contatori viene convertito in un segnale in frequenza.

A questo scopo, il numero programma un moltiplicatore di frequenza DRM, alla cui uscita si ricava un segnale di spazio in frequenza, avente una frequenza F multipla della frequenza di campionatura FCL secondo la formula:

$$F = (FCL \times N) / 10.000 \quad \text{che da':}$$

distanza vettura-stazione (m) = frequenza del segnale (Hz) / 5

Questi segnali in frequenza sono condotti alle uscite:

- U0: - distanza della vettura 1 dalla stazione di rinvio  
- distanza della vettura 2 dalla stazione motrice
- U1: - distanza della vettura 1 dalla stazione motrice  
- distanza della vettura 2 dalla stazione di rinvio

Queste distanze si possono leggere, espresse in metri, ponendo su "esterno" il tester posto sul fronte armadio; i segnali che si possono leggere con il tester sono indicati con un rombo pieno nello schema di principio allegato.

Per la lettura dei segnali si connette un puntale da tester alla boccola rossa posta sul fronte armadio e si tocca il "faston" sulla scheda corrispondente all'ingresso o uscita da verificare; il tester visualizzerà lo spazio in metri.

(NB: la manovra va effettuata con cautela solo quando effettivamente necessario, per evitare danneggiamenti alle schede).

Ponendo su "interno" il tester sul fronte armadio, viene visualizzato in continuazione il contenuto del contatore B2, cioè la distanza tra la vettura 1 e la stazione motrice (corrispondente alla distanza tra la vettura 2 e la stazione di rinvio).

Lo spazio fune percorso rimane memorizzato anche in caso di mancanza prolungata di alimentazione grazie ad una batteria di lunga durata montata sul circuito.

Riassumendo, gli ingressi e le uscite della scheda sono:

- E0: collegato a U5 di 734.1; incremento metri direz. PV2
- E1: collegato a U4 di 734.1; incremento metri direz. PV1
- Z0: collegato a FC vett. 2; azzeramento A1 (vett. 1 - rinvio)
- Z1: collegato a FC vett. 1; azzeramento B1 (vett. 1 - motrice)
- U0: collegato a E0 di 737.0; distanza A1 (vett. 1 - rinvio)
- U1: collegato a E1 di 737.0; distanza B1 (vett. 1 - motrice)

./.



## e) COORDINAMENTO TEST (scheda 737.0).

La scheda 737.0 genera il segnale di "spazio di arrivo" e coordina le operazioni di test automatico iniziale e di test manuale.

Nella condizione di "test manuale" (ingresso Z3 al livello alto), la scheda genera ed invia alle schede seguenti un segnale di "spazio di arrivo" regolabile manualmente mediante il potenziometro di "test di spazio" posto sul pulpito connesso all'ingresso E3.

In questo modo è possibile simulare "in bianco" il comportamento del programmatore e delle protezioni di spazio e velocità di dazio, simulando la presenza della vettura nei punti desiderati della zona di avvicinamento alla stazione.

Il comando di test automatico delle protezioni viene dato automaticamente dalla scheda, attivando l'uscita logica K1, quando viene dato il comando di "marcia in direzione parte vettura 1" (ingresso Z0) oppure "marcia in direzione parte vettura 2" (ingresso Z1).

A questo punto, la scheda attiva l'uscita K1, che comanda il "test automatico" delle varie protezioni di velocità, spazio e corrente.

In questa condizione, la scheda di canale 1 genera un segnale di spazio di arrivo che simula la presenza della vettura a 8 metri dal punto di arrivo; la scheda di canale 2 simula invece una distanza di 16 metri.

Contemporaneamente, la scheda 731.1 di canale 1 genera un segnale di velocità superiore a quella concessa dalla protezione di massima velocità di dazio a 8 metri, mentre la scheda di canale 2 genera una velocità diversa, superiore a quella concessa a 16 metri.

L'ampiezza eccessiva e la diversità dei segnali di spazio e velocità simulati nei due canali determina, in caso di funzionamento regolare delle protezioni, l'intervento delle protezioni di spazio, velocità e confronto.

Analogamente avviene per le protezioni di corrente; al comando di test automatico, le schede 713.6 generano un segnale di corrente tale da far intervenire le protezioni di massima corrente.

L'intervento di tutte queste protezioni viene verificato mediante la catena esterna del relè di test automatico, che si eccita quando tutte le protezioni sono intervenute.

L'eccitazione di questo relè determina l'invio alla scheda del comando di fine test (ingresso Z2); la scheda risponde a questo comando annullando l'uscita di test automatico ed attivando per qualche istante l'uscita K0 che comanda il reset di tutte le protezioni intervenute.

A questo punto, la scheda inizia ad elaborare lo spazio di arrivo effettivo; viene scelto tra i due segnali di spazio percorso provenienti dai contatori di spazio (ingressi E0 ed E1) quello relativo alla vettura che si sta avvicinando alla stazione motrice.

Esso assume la denominazione di "spazio di arrivo" Sa e viene inviato come riferimento ai relè di spazio (suoneria, uomo morto, zona fosse) ed alla curva dazio tramite l'uscita U0.

All'uscita U1 viene inviato il segnale di spazio condotto all'ingresso E2, cioè la distanza della vettura 1 (per il canale 1) o 2 (per il canale 2) dalla stazione motrice.

Questi segnali vengono inviati ai due contametri ed ai due indicatori di posizione per visualizzare sul pulpito la posizione delle due vetture.

#### f) CURVA DAZIO E CONFRONTO CURVE (scheda 756.1).

La curva di dazio è memorizzata su una memoria EPROM in 256 punti, corrispondenti agli ultimi 256 metri di percorso in avvicinamento alla stazione.

Il segnale "spazio di arrivo" SA, condotto all'ingresso E0 e decodificato con la base dei tempi TBD (ingresso E1), richiama dalla memoria il dato di velocità massima consentita a quella distanza dalla stazione.

Tale valore, convertito in un segnale analogico, è condotto alla uscita U0 (velocità di dazio).

Il segnale viene inviato alla scheda delle protezioni di velocità e alla scheda di dazio dell'altro canale (ingresso E4), per il confronto tra la velocità consentita dal dazio di canale 1 e dal dazio di canale 2; il confronto è eseguito sia nel canale 1 sia nel canale 2.

La protezione interviene, annullando il segnale alla uscita K0, quando i due valori di velocità di dazio sono differenti (confronto curve dazio).



g) VELOCITA' MASSIMA E DAZIO (scheda 736.5).

I circuiti che realizzano le diverse protezioni e segnalazioni della scheda confrontano il segnale di velocità effettiva, proveniente dalla scheda 731.1 (ingresso E2), con il segnale di velocità ammessa, dato dalla scheda di dazio precedente (ingresso E0).

La scheda realizza le seguenti funzioni:

- VELOCITA' MASSIMA 105% E DAZIO: il segnale di dazio istante per istante assume un valore pari al 105% della velocità massima ammessa, e cala quindi nella fase di avvicinamento alle stazioni.

Questo segnale è tarabile singolarmente per i valori di velocità massima nel funzionamento con il principale e con il riserva, mediante i potenziometri Vmax PRINC e Vmax RIS; il segnale all'ingresso Z1, al livello alto, abilita il livello superiore ("principale") nel funzionamento con i due gruppi di trazione principali accoppiati.

Se il segnale di velocità effettiva supera il segnale di dazio tarato, si annulla il segnale alla uscita K0. (dazio e 105%)

- VELOCITA' MASSIMA 110% : simile alla precedente, tarata con potenziometro a bordo scheda; annulla il segnale alla uscita K1.

- VELOCITA' MINIMA: l'uscita K2 è al livello alto se la velocità dell'impianto è superiore alla velocità minima, tarabile con il potenziometro Vmin.

- AGGANCIO DAZIO: l'uscita K3 va al livello alto quando il segnale di dazio inizia a calare, in prossimità della stazione.

- MARGINE DAZIO: all'uscita U1 è presente un segnale analogico ottenuto dalla differenza tra il segnale di dazio ed il segnale di velocità impianto, che comanda l'indicatore di margine dazio posto sul pulpito.

Alla uscita U0 è presente il segnale di velocità impianto, elaborato ed utilizzato dalle schede di canale 1; questo segnale viene condotto al tachimetro di velocità impianto posto sul pulpito ed alla boccia "segnale di velocità" posta sul fronte quadro, dove può essere connesso un registratore di velocità esterno.

Nelle fasi di test manuale e di test automatico, il segnale indica la velocità simulata, che può essere pertanto letta sugli strumenti.

## h) RELE' DI SPAZIO (scheda 755.0).

Riceve il segnale di spazio di arrivo in frequenza (ingresso E1) e la base dei tempi per la sua elaborazione (ingresso E0); all'interno sono programmabili, mediante ponticelli saldati, le distanze in metri della zona fosse, zona uomo morto e zona suoneria.

Le uscite K0, K1 e K2 si annullano in progressione al superamento dei tre traguardi nella fase di avvicinamento alla stazione di arrivo; sul pulpito si spengono i LED verdi corrispondenti.

## 1) CONFRONTI ANALOGICI DI VELOCITA' (scheda 742.5).

La scheda confronta i segnali di velocità provenienti dai diversi trasduttori ed utilizzati in diverse sezioni dell'impianto:

- segnale del regolatore dell'azionamento principale, proveniente dalla dinamo tachimetrica del motore principale 1 o 2;
- segnale del programmatore di canale 1, proveniente dall'encoder e successive elaborazioni di canale 1;
- segnale del programmatore di canale 2, proveniente dall'encoder e successive elaborazioni di canale 2;

Nella scheda di canale 1 vengono eseguiti due confronti distinti:

- velocità motore - programmatore 1 (ingressi E0-E1 ed E2);
- velocità programmatore 1 - programmatore 2 (ingressi E4 ed E6);

Nella scheda di canale 2 vengono invece eseguiti i confronti:

- velocità motore - programmatore 2 (ingressi E0-E1 ed E2);
- velocità programmatore 2 - programmatore 1 (ingressi E4 ed E6);

La protezione interviene quando la differenza tra i due segnali confrontati supera il margine di errore ammesso; in quel caso viene annullata la uscita K0 (motore - programmatore) o l'uscita K1 (programmatore - programmatore).

I confronti vengono eseguiti in modo incrociato in modo tale da determinare in ogni caso l'intervento della protezione di canale 1 e di canale 2 contemporaneamente; inoltre, il confronto incrociato consente, in caso di intervento, di individuare il segnale errato.



## 12) PROTEZIONE DI MANCATA DECELERAZIONE (scheda 746.5)

La scheda riceve all'ingresso E2 il segnale di velocità impianto ed all'ingresso Z1 il segnale di marcia.

Alla caduta della marcia, la scheda genera un segnale a rampa, simile a quello usato per regolare la frenata modulata.

La rampa della protezione parte da un livello leggermente maggiore rispetto alla rampa di velocità che programma la frenata modulata e si mantiene parallela ad essa.

Il primo tronco dell'impianto, dotato di freno di servizio differenziato e di freno di emergenza a scatto, utilizza una scheda di questo tipo per il controllo della frenata con il freno di servizio differenziato.

Se il freno di servizio non agisce a sufficienza e la velocità aumenta fino ad intercettare la rampa della protezione, la scheda annulla l'uscita K0 e comanda l'intervento del freno di emergenza.

Il secondo tronco dell'impianto, dotato di freno di servizio modulato e di freno di emergenza a scatto, dispone di due schede di questo tipo, tarate in modo da avere due rampe di intervento leggermente differenti.

L'intervento della prima protezione causa l'apertura delle elettrovalvole di urgenza del freno di servizio e quindi l'intervento completo, non modulato, di questo freno.

L'intervento della protezione tarata ad un livello leggermente superiore avviene soltanto nel caso in cui neanche la completa chiusura del freno di servizio sia sufficiente a rallentare a sufficienza l'impianto; l'intervento causa la completa chiusura del freno di emergenza a scatto.

## m1) REGOLAZIONE DEL FRENO DI SERVIZIO MODULATO (744.5).

Come detto in precedenza, il secondo tronco dispone di un freno di servizio idraulico di tipo modulato; la scheda descritta contiene il regolatore automatico della frenata modulata, che regola la frenata in modo che la decelerazione avvenga lungo una curva prefissata.

Il regolatore elabora un segnale di riferimento (U0), per il pilotaggio dell'amplificatore che genera la corrente di comando dell'elettrovalvola modulata del freno.

Il riferimento di velocità per la fase di frenatura elaborato

nella scheda viene aggiornato continuamente alla velocità dell'impianto (ingresso E0) finchè è attivo il consenso alla marcia (ingresso Z0).

Alla caduta del consenso marcia, il riferimento viene progressivamente ridotto fino a zero, secondo una curva di pendenza (decelerazione) tarabile in fase di messa a punto.

Questo segnale di riferimento di velocità viene continuamente confrontato con il segnale di velocità impianto che, dall'istante della caduta di marcia, diviene il segnale di reazione.

In base alla differenza tra i due segnali di riferimento e di reazione, il regolatore fornisce il segnale di comando dell'amplificatore finale (uscita U0), in modo da aumentare o diminuire la forza frenante per riportare la velocità effettiva al valore di riferimento.

#### n1) MODULAZIONE DEL FRENO DI SERVIZIO (scheda 745.5).

Assieme alla scheda di regolazione, per il freno modulato di servizio, si utilizza una seconda scheda, addetta alla amplificazione del segnale di comando della elettrovalvola.

La scheda contiene un amplificatore di tipo "chopper", comandato dal segnale all'ingresso E1 proveniente dal regolatore.

Esso invia maggiore o minore corrente alla elettrovalvola di modulazione, connessa all'uscita K1, e quindi produce una azione minore o maggiore del freno, a seconda che la velocità reale dell'impianto sia inferiore o superiore in quell'istante alla velocità richiesta.

All'interno del modulatore è inserito un circuito di controllo di presenza modulazione ossia di efficienza del modulatore stesso, intesa come capacità di determinare la chiusura del freno.

Il suo eventuale intervento (uscita K2 a zero) penalizza la velocità dell'impianto e predispone per l'intervento delle elettrovalvole di urgenza del freno di servizio in caso di comando di arresto per qualsivoglia motivo.

La scheda di modulazione del freno genera inoltre un segnale (uscita U0), inviato ad uno strumento indicatore posto sul fronte dell'armadio, che indica la percentuale di modulazione del freno, proporzionale alla corrente inviata alla elettrovalvola modulata.

A freno completamente aperto, la percentuale indicata è attorno all'80%; quando il freno si porta in strisciamento, il valore cala fino a circa il 60% e cala ulteriormente durante la



frenatura effettiva, per annullarsi a freno completamente chiuso.

Un potenziometro posto sul montante, all'interno dell'armadio, consente di regolare la corrente della elettrovalvola per ottenere l'apertura completa del freno durante la marcia ("bypass elettrico").

Nel caso venga richiesto l'intervento del freno di emergenza, il freno di servizio modulato interviene, ma rimane in strisciamento perchè la decelerazione data dal freno di emergenza risulta maggiore di quella programmata per il servizio.

Un pulsante di esclusione della modulazione del freno di servizio, posto sul montante all'interno dell'armadio, consente di escludere l'intervento della frenata modulata, per verificare il comportamento della frenata non modulata col freno di servizio o di emergenza.

#### m2) DIFFERENZIAZIONE DEL FRENO DI SERVIZIO (scheda 752.2)

Il freno di servizio del primo tronco e' del tipo differenziato, a due livelli.

Il primo livello di intervento del freno e' caratterizzato da una coppia frenante costante e ridotta: tale frenatura viene comandata annullando il segnale di consenso del primo livello e mantenendo attivo il segnale di consenso del secondo livello (se i due segnali di consenso della scheda sono ambedue attivi, il freno di servizio rimane aperto).

Il secondo livello di intervento e' caratterizzato da una coppia frenante costante di valore piu' elevato, corrispondente alla totale coppia frenante disponibile.

Tale frenatura viene comandata annullando sia il segnale di consenso del primo livello, sia il segnale di consenso del secondo livello.

Con la frenatura differenziata e' possibile arrestare l'impianto esercitando una coppia frenante ridotta quando le condizioni di carico e pendenza siano tali da non richiedere una forte azione frenante (ad esempio, con carico in salita ed elevata pendenza, l'impianto tende spontaneamente a fermarsi quando si annulla la coppia motrice fornita dal motore; se il freno meccanico esercitasse una forza notevole, la decelerazione impressa sarebbe eccessiva e potrebbe causare fastidi o danni ai passeggeri ed all'impianto).

La scheda che attua la differenziazione riceve il segnale di corrente di armatura del motore, proporzionale alla coppia di impianto dato che il motore funziona ad eccitazione costante.

Alla caduta del consenso marcia, viene letto e memorizzato il valore della corrente di armatura assorbita dal motore in quel momento e viene annullato in ogni caso il consenso del primo livello, causando la chiusura del freno.

Questo valore di corrente viene confrontato da un rele' di corrente con un valore di soglia pretarato: nel caso la corrente di armatura, al momento del comando di arresto, risulti inferiore al valore tarato, viene comandata la frenata del secondo livello, annullando i due segnali di consenso della scheda.

Se invece la corrente e' positiva (coppia motrice) ed e' superiore al valore di intervento, viene comandata la frenata del primo livello, annullando il consenso del primo livello e mantenendo il consenso del secondo livello.

L'annullamento del consenso di secondo livello, e quindi la chiusura del freno con la completa coppia frenante, avviene inoltre:

- al raggiungimento della minima velocita', per arrestare completamente l'impianto
- dopo un tempo prestabilito dal comando di arresto, leggermente superiore al tempo normalmente necessario per l'arresto, per evitare i rischi connessi a frenate del primo livello non attuate o insufficienti.

#### o) TEST BATTERIE (scheda portamoduli 617.1).

La scheda contiene due relè di minima tensione, tarabili a bordo scheda.

Il comando di test automatico all'avviamento determina l'esclusione momentanea dei caricabatterie; i relè di minima tensione intervengono, annullando l'uscita di consenso, se la tensione proveniente dalle due batterie è insufficiente.

#### p) TRASMISSIONE DELLE SEGNALAZIONI (scheda 747.1).

La scheda riceve fino a 16 segnali logici e li invia ai LED sul pulpito per segnalare gli stati di servizio del programmatore. I segnali vengono inviati su un unico cavo schermato, grazie a un dispositivo "multiplexer" che trasmette una ad una le segnalazioni ciclicamente (uscita U0).



## b3) ACCELERAZIONE E DECELERAZIONE (scheda 740.5).

La scheda riceve il segnale di riferimento di velocità proveniente dal potenziometro di velocità impianto presente sul pulpito, dopo l'elaborazione della scheda di riduzione automatica di velocità, e provvede ad elaborarlo, per inviarlo poi alle schede di regolazione dell'azionamento principale.

In presenza di una variazione brusca del riferimento, per azione sul potenziometro, la scheda impone una discesa o una salita graduale del segnale, secondo rampe arrotondate "fisiologiche", cioè tali da non causare disturbo ai passeggeri.

Le pendenze delle rampe di accelerazione e decelerazione sono singolarmente programmabili per mezzo dei potenziometri ACC e DEC montati a bordo schede.

E' possibile programmare la velocità ridotta in zona fosse usando il potenziometro esterno collegato all'ingresso E2.

L'ingresso E4 viene programmato dall'uscita della scheda di decelerazione automatica.

L'ingresso E5, infine, è disponibile per eventuali programmi di limitazione della velocità di impianto; in questo caso, viene utilizzato per ridurre la velocità nella prima fase dell'avviamento, quando è necessario recuperare il tratto di fune corrispondente allo spostamento dei contrappesi.

Quando non utilizzati, gli ingressi E4 ed E5 devono essere collegati al +12 V di alimentazione.

Gli ingressi di comando Z2 e Z3 consentono la penalizzazione di velocità (rispettivamente 70% e 20% della velocità massima).

Tali penalizzazione di velocità intervengono automaticamente in caso di parzializzazione di una o più protezioni: più precisamente la prima penalizzazione riguarda il caso di parzializzazione di un solo canale di protezione, la seconda nel caso di parzializzazione della medesima protezione su entrambi i canali di protezione.

Il segnale di riferimento di velocità viene condotto ad entrambe le schede di regolazione dei due azionamenti principali.

## c3) DECELERAZIONE AUTOMATICA (scheda 756.1).

La scheda è concettualmente simile alla scheda di dazio; essa riceve all'ingresso E0 il segnale di spazio di arrivo della vettura in avvicinamento alla stazione motrice ed all'ingresso E1 la base dei tempi per l'elaborazione del segnale.

All'interno della scheda è memorizzata su una memoria EPROM la curva di velocità per il rallentamento e l'ingresso automatico in stazione; ad ogni distanza dalla stazione corrisponde un dato di velocità massima, che viene convertito in segnale analogico ed inviato alla scheda di accelerazione e decelerazione tramite l'uscita U0.

Questo segnale va a ridurre progressivamente il riferimento di velocità dell'impianto, determinando il rallentamento della vettura in avvicinamento secondo la curva memorizzata.

## d3) PROTEZIONI DI CORRENTE (schede 713.6).

Ricevono all'ingresso E0 il segnale di corrente di armatura del motore principale, proveniente dalla scheda di isolamento galvanico del segnale di corrente rilevato mediante lo shunt amperometrico di anello.

Le protezioni intervengono annullando l'uscita K0 qualora tale segnale raggiunga o superi un valore massimo tarabile mediante un potenziometro posto sulla scheda (I max); l'intervento della protezione rimane memorizzato.

All'uscita U0 è riportato il segnale di corrente per il comando dell'amperometro sul pulpito.

E' possibile eseguire la prova di funzionalità manovrando un potenziometro di test della corrente, esterno al circuito, in presenza dell'abilitazione alla prova (+24 Vc.c. agli ingressi Z1 dei pannelli).

Sull'indicatore di corrente è possibile seguire le simulazioni di corrente motrice e corrente frenante, ottenute ruotando il potenziometro di test (a partire dalla posizione centrale) in senso orario e in senso antiorario rispettivamente: quando l'indicazione dell'indicatore di corrente raggiunge i valori massimi prefissati, devono intervenire i relè di protezione.

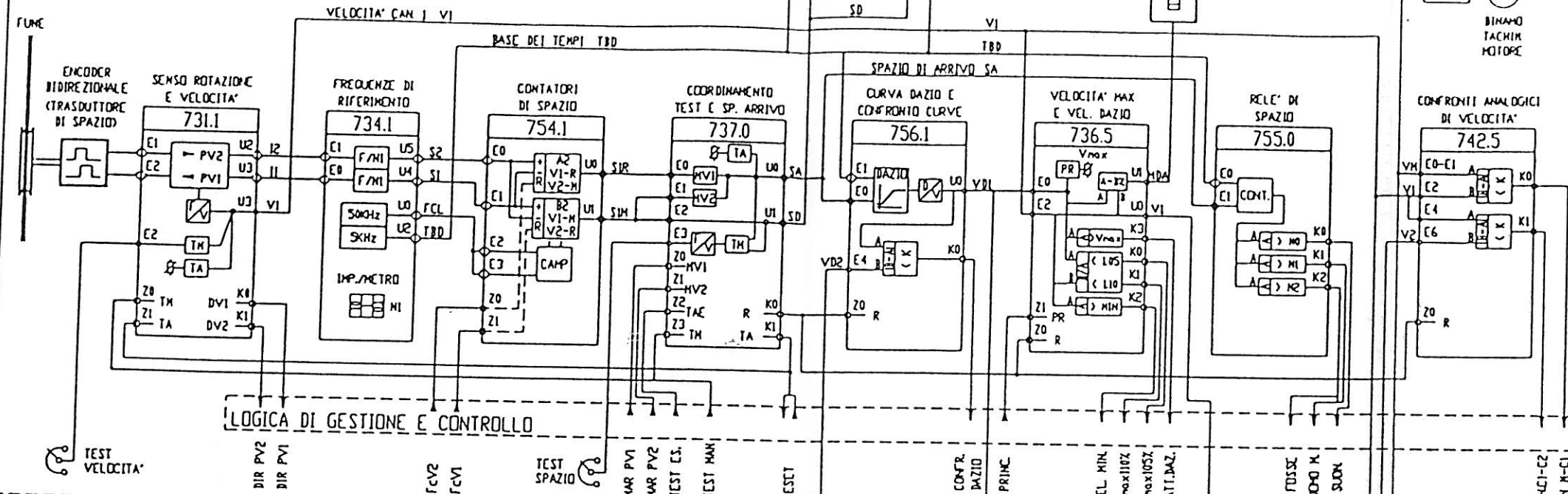
Le protezioni sono completamente duplicate e sottoposte a test automatico all'avviamento; al comando di test automatico (ingresso Z2 al livello alto) la scheda genera un segnale di corrente tale da far intervenire la protezione.

L'ingresso Z0 provvede al reset dell'intervento della

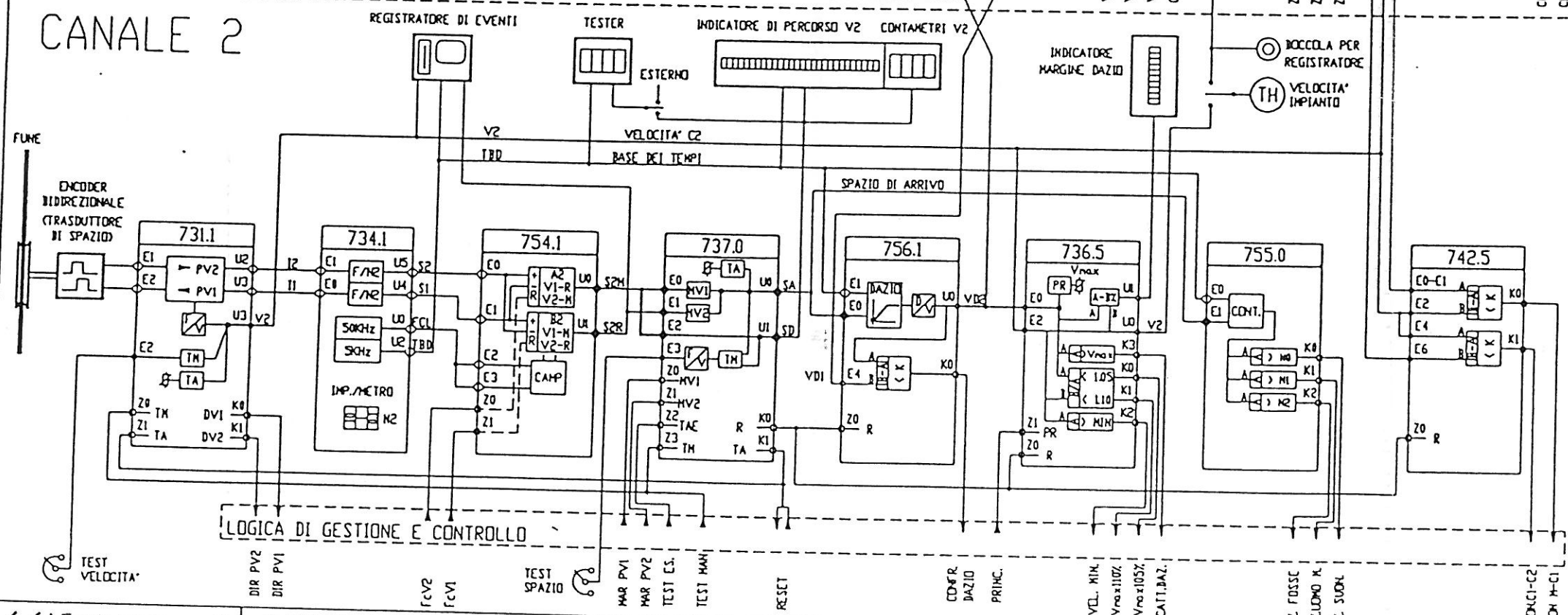
protezione e viene comandato automaticamente alla fine del test, manualmente, con il pulsante di reset sul pulpito, dopo un eventuale intervento.



# CANALE 1



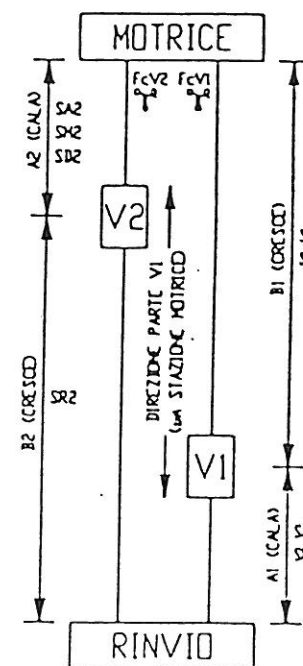
# CANALE 2



## LEGENDA

- SEGNALE ANALOGICO IN TENSIONE
- ◊ SEGNALE ANALOGICO IN FREQUENZA
- ◆ COME IL PREC. LEGGIBILE CON TESTER
- ◻ SEGNALE LOGICO +24V / 0V

- I1 IMPULSI INCREM. SPAZIO IN MARCIA PV1
- I2 IMPULSI INCREM. SPAZIO IN MARCIA PV2
- S1 IMPULSI INCREM. METRI IN MARCIA PV1
- S2 IMPULSI INCREM. METRI IN MARCIA PV2
- FCL FREQ. COSTANTE DI CAMPIONAMENTO
- TBD FREQ. COSTANTE DI BASE DEI TEMPI
- SIR, S2R SPAZIO VETT. 1 o 2 - RINVIO
- SIM, S2M SPAZIO VETT. 1 o 2 - MOTRICE
- SA SPAZIO DI ARRIVO
- SD SPAZIO VETTURA PER INDIC. PERCORSO
- V VELOCITA' IMPIANTO
- VD VELOCITA' MASSIMA DI DAZIO
- VH VELOCITA' DINAMO TACHIM. MOTORE
- MDA MARGINE DALLA VELOCITA' DI DAZIO
- TH COMANDO DI TEST MANUALE
- TA COMANDO DI TEST AUTOMATICO
- TAE TEST AUTOMATICO ESEGUITO
- R COMANDO DI RESET DELLE PROTEZIONI
- PR GRUPPO DI TRAZ. PRINCIPALE DISERITO
- DV1 RILEVATA DIREZIONE MARCIA PARTE V1
- DV2 RILEVATA DIREZIONE MARCIA PARTE V2
- NV1 COMANDO MARCIA DIREZIONE PARTE V1
- NV2 COMANDO MARCIA DIREZIONE PARTE V2



Equipaggiamenti  
Elettronici  
Industriali-VI-

FUNIVIA A DUE TRONCHI STRESA - ALPINO - MOTTARONE  
PROGRAMMATORE ELETTRONICO DIGITALE  
SCHEMA FUNZIONALE A BLOCCHI

DISEGNATO  
A. FORNASEA  
11/06/90

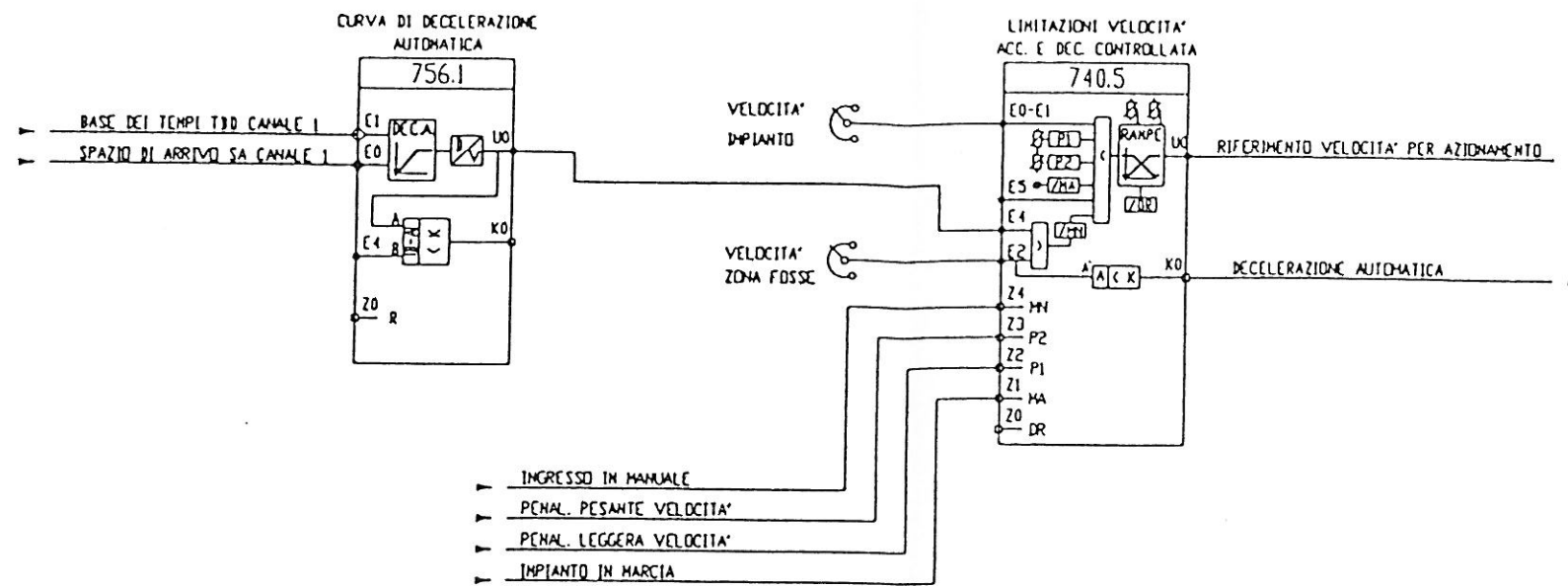
CONTROLLATO

COLLAUDATO

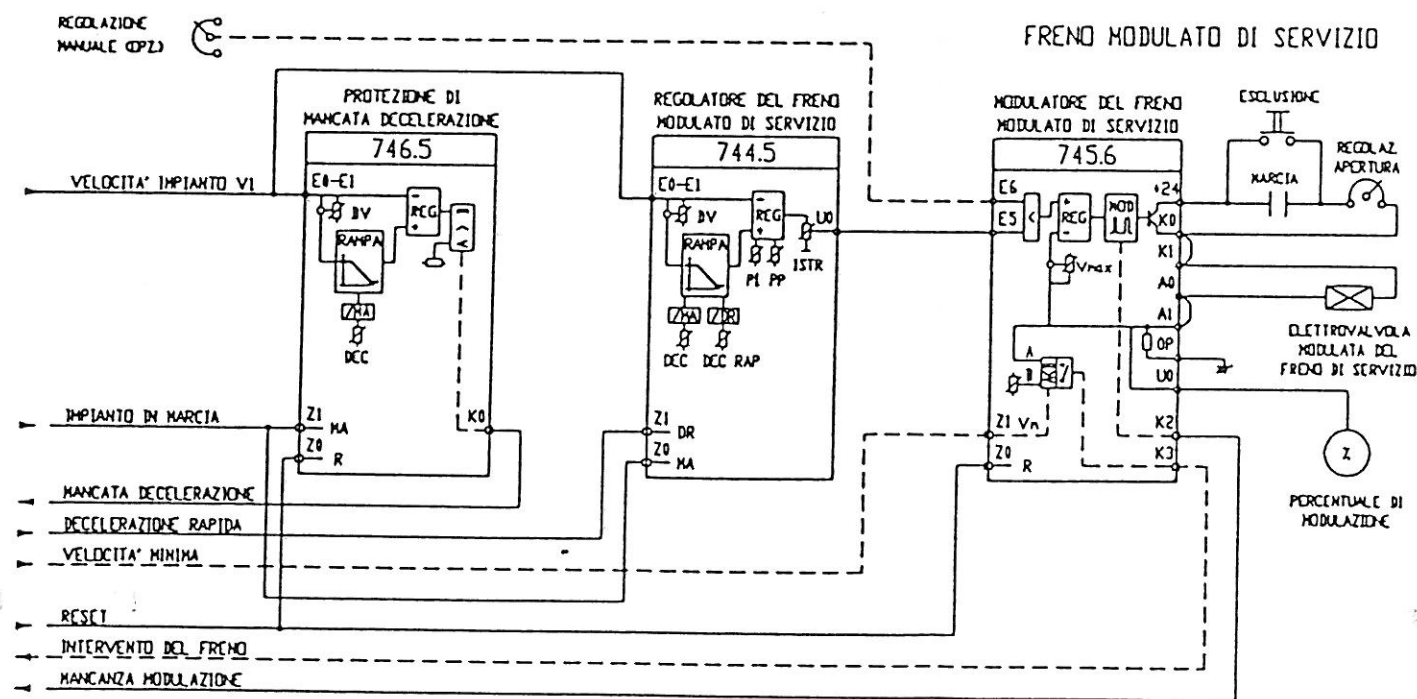
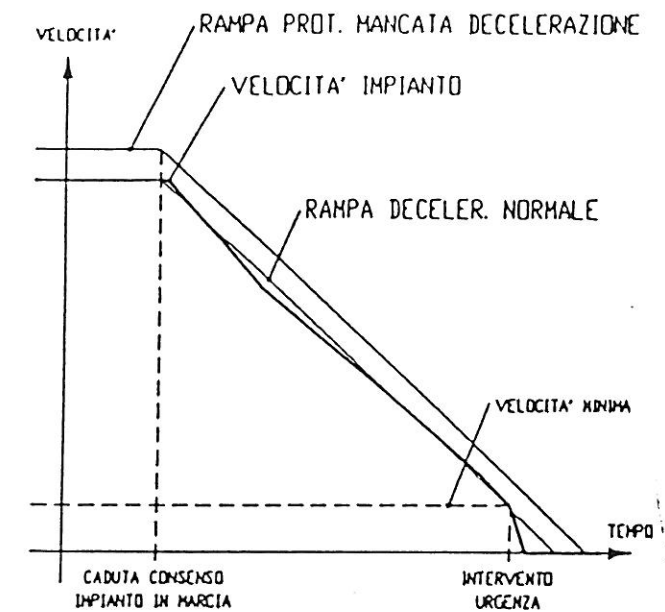
MODIFICHE

DISEGNO IN  
DZ172B

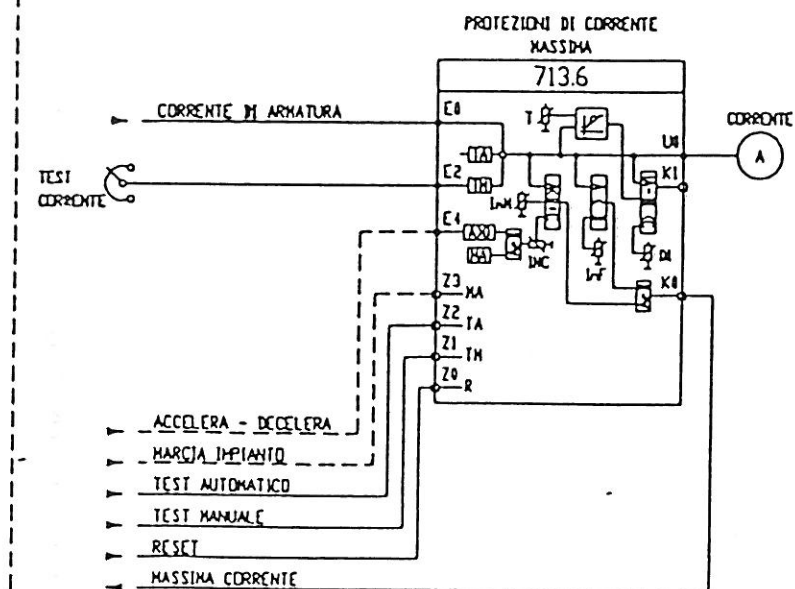
FOGLIO  
FIG. 2  
SEQUE 3



VELOCITA' NELLA FASE DI FRENATA MODULATA



PROTEZIONI DI CORRENTE



Equipaggiamenti  
Elettronici  
Industriali-VI-

FUNIVIA A DUE TRONCHI STRESA - ALPINO - MOTTARONE  
REFERIMENTO VELOCITA', FRENI MODULATI, PROT. CORRENTE  
SCHEMA FUNZIONALE A BLOCCHI

DISegnATO

A. FORNAsA

11/06/90

CONTROLLATO

COLLAUDATO

MODIFICHE

DISegNO N°

DZ172C

FOGLIO

FIG. 3

segue