Ing. Conte Antonio Sardagna

ING. PIETRO VEROLE

# LA GRANDE TRAZIONE ELETTRICA

573 incisioni - 23 tabelle e tavole fuori testo

Ing. Antonio Sardagna

ULRICO HOEPLI
EDITORE LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1926

# INDICE


Pag.

INTRODUZIONE ..... 1

CENTRALI GENERATRICI ELETTRICHE E ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA ..... 25

*Centrali generatrici* ..... 25

Centrali idroelettriche ..... 26

Motori idraulici ..... 28

Condotte forzate ..... 33

Bacini di carico ..... 35

Sifone regolatore ..... 35

Scaricatore tubolare ..... 37

Canali di derivazione ..... 37

Bacini di decantazione ..... 37

Dighe ..... 38

Bacini montani e serbatoi di compensazione ..... 41

Centrali termoelettriche ..... 42

Generalità sulle centrali termiche ..... 42

Caldaie a vapore ..... 43

Accumulatori termici ..... 44

Accumulatori idroelettrotermici ..... 45

Soffioni naturali ..... 45

Motori a vapore ..... 46

Macchinari e apparecchi elettrici delle centrali generatrici ..... 48

Alternatori ..... 48

Generatori asincroni ..... 52

Elevatori della tensione ..... 53

Quadro di manovra e di distribuzione ..... 54

Installazioni ausiliarie ..... 55

Interconnessione delle centrali generatrici ..... 56

*Accumulazione dell'energia* ..... 61

Pag.

Accumulazione idrica ..... 61
Accumulazione idrica a mezzo di pompe ..... 62
Accumulazione termica ..... 63
Accumulazione elettrica ..... 63
Accumulatori meccanici ..... 64
*Cenni sulle centrali specialmente destinate alla fornitura dell'energia per la grande trazione in Italia* ..... 66
Impianto idroelettrico di Morbegno delle Ferrovie dello Stato Italiano ..... 66
Impianto idroelettrico di Varzo (Sempione) della Società Dinamo per imprese elettriche ..... 67
Impianti idroelettrici della Società Forze Idrauliche della Maira ..... 70
Impianti idroelettrici della Società Elettrica Riviera di Ponente Ing. R. Negri ..... 74
Impianto idroelettrico del Melezet delle Ferrovie dello Stato italiano ..... 81
Impianto idroelettrico del Rochemolles delle Ferrovie dello Stato italiano ..... 82

LINEE PRIMARIE DI TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ..... 84
Analogia tra fenomeni elettrici e fenomeni meccanici 85
Fenomeno corona ..... 86
Capacità ..... 87
Tensione economica critica ..... 87
Conduttori di rame e di alluminio ..... 88
Stabilità e sicurezza d'esercizio delle linee primarie ... 88
Isolatori ..... 89
Palificazioni ..... 93
Cavi sotterranei ..... 96
*Nuovo sistema di trasmissione preconizzato* ..... 97

RESISTENZA DEI TRENI ..... 99
*Resistenza alla circolazione* ..... 99
Resistenza negli avviamenti ..... 103
Influenza della temperatura ..... 105
Influenza della percorrenza ..... 105
Influenza del clima ..... 105
*Resistenza della strada* ..... 105
Influenza delle pendenze ..... 106
Valori ammissibili della pendenza ..... 106
Pendenze e velocità critiche ..... 109
Resistenza delle curve ..... 111
*Resistenza complessiva* ..... 113

UNITA' DEL TRAFFICO ..... 114
GENERALITA' SULL'AVVIAMENTO DEI TRENI ..... 123

Pag.
RALLENTAMENTI DEI TRENI ..... 130
POTENZA DEI MOTORI DI TRAZIONE ..... 138
SISTEMA DI TRAZIONE A CORRENTE CONTINUA A BASSA TENSIONE E A TERZA ROTAIA ..... 144
*Motori di trazione* ..... 146
Regolazione della velocità ..... 161
*Alimentazione dei locomotori e delle automotrici* ..... 164
Telefoni selettivi ..... 172
*Treni ad unità multiple* ..... 173
*Elettrificazione della linea Milano-Varese-Porto Ceresio* ..... 179
Impianti fissi ..... 179
Materiale locomotore ..... 186

SISTEMA DI TRAZIONE TRIFASE A BASSA FREQUENZA ..... 193
Caratteristiche della trazione applicata in Italia ..... 193
Inconveniente della bassa frequenza ..... 197
*Trasmissione dell'energia* ..... 200
Linee di contatto ..... 200
Organi di presa della corrente dalla linea di contatto 201
Sospensione della linea aerea di contatto ..... 202
Alimentazione delle stazioni ..... 206
Carri cantieri ..... 207
Revisione e riparazione della linea di contatto aerea 207
Linee primarie aeree ..... 207
Caduta della tensione lungo le linee di trasmissione 208
Cavi sotterranei ..... 210
*Sottostazioni di trasmissione* ..... 211
Trasformatori statici ..... 211
Interruttori ..... 215
Cabine di sezionamento ..... 215
Dati relativi alle sottostazioni di trasformazione statiche inamovibili ..... 215
Sottostazioni di trasformazione ambulanti ..... 217
Telefoni selettivi ..... 217
*Azioni perturbatrici delle ferrovie trifasi sui circuiti a deboli correnti* ..... 218
Sistema italiano di protezione delle linee telegrafiche 218
*Impianti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica* ..... 223
Impianto della Società della Maira ..... 223
Impianto della Società Elettrica Riviera di Ponente Ing. R. Negri ..... 230
*Materiale locomotore* ..... 237
Generalità sui motori polifasi ..... 237
Materiale locomotore trifase delle Ferrovie dello Stato italiano ..... 241

Pag.
Locomotive trifasi gruppo E 550 e E 330 ..... 248
Motori di trazione ..... 260
Regolazione della velocità ..... 267
Schemi di circuiti di trazione e di comando ..... 273
Cassette di derivazione ..... 277
Disgiuntore automatico ad olio ..... 277
Interruttore primario ..... 282
Reostato di avviamento e di regolazione della velocità 286
Apparecchio di regolazione dell'avviamento a potenza costante ..... 289
Elettropompa per la circolazione del liquido reostatico 291
Trasformatori pei servizi ausiliari ..... 291
Elettrocompressori pneumatici ..... 292
Cassette degli scaricatori e valvole dei trasformatori 293
Elettroventilatore dei motori di trazione ..... 295
Inversione del moto ..... 295
Presa della corrente dalla linea di contatto aerea ... 295
Prove di collaudo dei locomotori E 550 ..... 297
Prove di trenta avviamenti ..... 297
Prove di avviamento sull'acclivio del 35 per mille ..... 297
Prove di servizio intensivo e di lunga durata ..... 299
Prove di collaudo delle locomotive E 330 ..... 300
Prove di venti avviamenti successivi a 36 km.-ora ..... 300
Prove di avviamento alle altre velocità di regime ..... 301
Risultati di esercizio ..... 301
Confronto tra le locomotive elettriche del gruppo E 500 e le locomotive a vapore del gruppo 470 ..... 302
Confronto tra le locomotive del gruppo E 330 e le locomotive a vapore dei gruppi 690 e 746 ..... 309
Locomotive 0-E-0 gruppo E 551 ..... 309
Locomotive 1-D-1, gruppo E 431 ..... 310
Locomotive 2-C-2, gruppi E 331 e E 332 ..... 310
Motori di trazione delle locomotive E 331 ..... 311
Schema dei circuiti di trazione delle locomotive E 331 313
Commutazione dei poli delle locomotive E 332 ..... 321
Motori di trazione delle locomotive E 332 ..... 323
Schema di trazione delle locomotive E 332 ..... 325
Locomotive 0-E-0 e 1-C-1 dei gruppi E 552 ed E 333 ... 326
Generalità sulle locomotive E 552 ..... 329
Motori di trazione delle locomotive E 552 ..... 329
Locomotive E 333 ..... 333
Intorno alle locomotive polifasi a quattro velocità ... 335
Altre particolarità delle locomotive polifasi ..... 337
Apparecchio di presa corrente delle fasi aeree pei locomotori ..... 338

Rigenerazione dell'energia dei locomotori polifasi 341
Condizioni e caratteristiche della rigenerazione dell'energia ..... 341
Determinazione dell'energia rigenerata ..... 343

Pag.
Risultati esperimentali ..... 345
Influenza del ricupero sul fattore di potenza ..... 347
Utilizzazione totale e parziale del peso dei treni pel ricupero dell'energia ..... 348
Utilizzazione dell'energia rigenerata ..... 348
Trazione multipla ad unità indipendenti ..... 350
Avviamenti dei locomotori polifasi ..... 357
Dimensionamento del reostato ..... 364
Determinazioni delle caratteristiche dell'avviamento ... 366
Perdita di energia durante l'avviamento delle locomotive polifasi asincrone ..... 368
Caratteristiche sperimentali dell'avviamento ..... 374
Disposizione in cascata dei motori di trazione polifasi ..... 378
Altri tipi di locomotori trifasi ..... 382
Locomotore a tre velocità ottenute mediante due motori di trazione che agiscono alternativamente ora l'uno ora l'altro e simultaneamente in cascata ..... 382
Locomotive equipaggiate con motori di trazione aventi i rotori a gabbia di scoiattolo ..... 383
Locomotori con motori di trazione in cascata tripla ... 384
Locomotore a quattro velocità con due motori di trazione identici ed uno ausiliario ..... 384
Locomotore con motori di trazione trifasi a collettore 385
Motori di trazione a cascata interna ..... 387
SISTEMA DI TRAZIONE MONOFASE A COLLETTORE CON ECCITAZIONE IN SERIE ..... 389
Caratteristiche del sistema ..... 389
Necessità della corrente di alimentazione a bassa frequenza ..... 401
*Locomotive monofasi* ..... 403
Regolazione della tensione ..... 417
Rigenerazione dell'energia ..... 420
Trazione multipla ..... 422
*Nuovo sistema monofase proposto* ..... 422
*Influenza della trazione monofase sui circuiti a debole corrente* ..... 423
*Impianti fissi delle ferrovie monofasi del Lötschberg e del Gottardo* ..... 430
Ferrovia del Lötschberg ..... 430
Ferrovia del Gottardo ..... 435
*Dati di costo e risultati d'esercizio delle Ferrovie Federali Svizzere elettrificate col sistema monofase* ..... 440
*La trazione monofase in Germania* ..... 441
Costo dell'esercizio ..... 445

Pag.
SISTEMA DI TRAZIONE MONOTRIFASE ..... 448
Generalità sul sistema monotrifase ..... 448
Applicazioni del sistema monotrifase ..... 451
Distribuzione dell'energia alle locomotive ..... 456
SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE DELLA FREQUENZA 461
SISTEMA DI TRAZIONE A CORRENTE CONTINUA AD ALTA TENSIONE ..... 464
Caratteristiche del sistema ..... 464
*Locomotori a corrente continua ad alta tensione* ... 466
Rigenerazione dell'energia ..... 469
Sistema della General Electric Comp. ..... 473
Sistema Westinghouse ..... 476
Apparecchiatura elettrica ausiliare - Riscaldamento dei treni ..... 484
*Sottostazioni di trasformazione* ..... 486
Interruttori ad azione rapidissima ..... 490
Sistema della General Electric Company ..... 492
Sistema Westinghouse ..... 493
Sistema ad azione multipla ..... 495
Cause dei colpi di fuoco ai collettori ..... 496
Schermi antiarco ..... 496
Intervallo tra le sottostazioni ..... 497
Limitazioni di potenza ..... 497
Dispositivo della General Electric Comp. ..... 497
Dispositivo Westinghouse ..... 499
Influenze perturbatrici sui circuiti a bassa tensione 499
*Confronto della linea aerea di contatto della trazione a corrente continua con quella della trazione trifase, monofase e monotrifase* ..... 500
*Intorno al valore della tensione alla linea di contatto della trazione a corrente continua* ..... 502
*Elettrificazione delle Ferrovie Nord-Americane* ..... 505
Impianti fissi ..... 505
Linee primarie ..... 506
Sottostazioni di trasformazione ..... 508
Linea di contatto ..... 510
Locomotori delle Ferrovie Chicago-Milwaukee-S. Paul ..... 515
Risultati d'esercizio delle Ferrovie elettriche americane ..... 527
*Elettrificazione delle Ferrovie francesi* ..... 528
Impianti fissi ..... 528
Locomotive a corrente continua a 1500 volt, tipo 2—B+B—2 della ferrovia Paris-Lyon-Mediterranée ..... 531
Locomotori a corrente continua in seria B+B a 1500 volt della ferrovia Paris-Orléans ..... 538

Pag.

*Spese dell'esercizio a trazione elettrica con corrente continua ad alta tensione* ..... 541

TRASFORMAZIONE DELLE CORRENTI ALTERNATIVE IN CONTINUE ..... 547

Gruppi motori-dinamo ..... 547

Commutatrici ..... 548

Raddrizzatori a vapori di mercurio ..... 551

Trasvertitore ..... 561

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'AVVIAMENTO DEI LOCOMOTORI A CORRENTE CONTINUA CON ECCITAZIONE IN SERIE ..... 563

Caratteristica elettromeccanica fondamentale e caratteristiche elettromeccaniche derivate da essa ..... 564

Diagramma velocità-tempo ..... 567

Avviamento in orizzontale e rettifilo ..... 567

Altro procedimento grafico per tracciare il diagramma tempo-velocità ..... 571

Avviamento lungo una linea con pendenze e curve ..... 572

Intorno al diagramma velocità-tempo ..... 572

DIVERSI MODI DI REGOLAZIONE DELLA VELOCITA' DEI LOCOMOTORI A CORRENTE CONTINUA ..... 575

*Regolazione reostatica* ..... 575

Predeterminazione del reostato di avviamento ..... 578

*Regolazione a mezzo di combinazioni dei motori di trazione* ..... 587

Inserzione dei motori di trazione ..... 587

Differenti modi con cui si può passare da una disposizione all'altra dei motori di trazione ..... 588

Passaggio dall'una all'altra disposizione dei motori di trazione a mezzo del sistema del ponte ..... 589

*Regolazione a mezzo del campo induttore* ..... 590

Regolazione a mezzo di variazione nel numero delle spire induttrici ..... 591

Regolazione a mezzo di derivazioni di corrente dal circuito induttore ..... 592

Regolazione mista e cioè a mezzo di variazioni delle spire del circuito dell'induttore e di derivazione di corrente da questo circuito ..... 594

*Apparecchi di regolazione della velocità delle locomotive a corrente continua* ..... 596

Sistema di comando elettro-magnetico ..... 598

Sistema di comando elettro-pneumatico ..... 598

*Perdita di energia durante l'avviamento dei treni a corrente continua* ..... 603

Avviamento reostatico dei motori di trazione disposti in parallello ..... 604

Pag.

Avviamento reostatico coi motori di trazione disposti successivamente in serie-parallelo e in parallelo ... 606
Avviamento reostatico in combinazione colla variazione del campo induttore ... 610

*Condotta delle locomotive a corrente continua* ... 612

Trazione semplice ... 612
Avviamento del treno ... 612
Arresto del treno ... 616
Rigenerazione dell'energia ... 616

Trazione multipla ... 618
Avviamento del treno ... 618
Arresto del treno ... 619
Rigenerazione dell'energia ... 620

CARATTERISTICHE DELLE VELOCITA' NEI DIFFERENTI SISTEMI DI TRAZIONE ... 621

PARALLELO FRA I DIVERSI SISTEMI IN USO DELLA GRANDE TRAZIONE ELETTRICA ... 625

SISTEMA DI TRAZIONE TRIFASE ALLA FREQUENZA INDUSTRIALE ... 628

MOTO DI REGIME DEI TRENI A CORRENTE CONTINUA, MONOFASI, TRIFASI E MONOTRIFASI ... 636
Caratteristiche dei treni ... 636

*Treni a corrente continua con eccitazione in serie* 636
Passaggio dalla disposizione in serie-parallelo delle unità di trazione a quella in serie ... 339
unità di trazione a quella in parallelo ... 640
Influenza sulla velocità del treno dell'inserzione di resistenze nel circuito delle sue unità di trazione ... 642
Influenza delle variazioni del campo induttore delle unità di trazione sulla velocità e sugli sforzi di trazione del treno ... 643
Influenza del peso dei treni sulla loro velocità ... 646
Determinazione delle variazioni del peso del treno, perchè questo mantenga costante la propria velocità col cambiare del profilo della strada ... 647
Determinazione del tempo occorrente pel cambiamento della velocità di regime dei treni ... 648

*Treni a corrente monofase con eccitazione in serie* 651

*Treni con equipaggiamento trifase e monotrifase* .. 653

METODO RAPIDO PER STUDIARE IL COMPORTAMENTO DEI TRENI LUNGO DIFFERENTI PROFILI ... 654

Trazione a corrente continua ... 654
Costruzione del grafico fondamentale pel tracciamento del diagramma tempo-velocità ... 654
Tracciamento del diagramma tempo-velocità ... 658
Altro grafico fondamentale per la costruzione dei diagrammi tempo-velocità ... 667

Pag.

Trazione monofase ..... 669
Trazione polifase e monotrifase ..... 670

METODO ACCELERATO PER DETERMINARE LE CARATTERISTICHE DEL MOVIMENTO DEI TRENI IN CONDIZIONI PARTICOLARI DI ESERCIZIO ..... 672

Resistenza a quella della ferrovia ..... 679
Corsa tipo ..... 673
Diagramma tipico tempo velocità ..... 674

DETERMINAZIONE APPROSSIMATA DELL'ENERGIA ASSORBITA DAI TRENI ..... 684

*Consumo dipendente dalla trazione* ..... 684
*Altri consumi di energia* ..... 694
Consumo di energia per la compressione dell'aria pel freno pneumatico ..... 694
Consumo di energia per l'illuminazione elettrica 695
Consumo di energia pel riscaldamento elettrico 696
Riscaldamento elettrico diretto ..... 696
Riscaldamento col vapore generato a mezzo dell'energia elettrica ..... 699
*Consumo totale approssimativo dell'energia riferito alla centrale generatrice* ..... 700

LOCOMOTIVE DI MANOVRA ..... 701

FRENATURA DEL MATERIALE ELETTRICO ..... 705
Freno elettro-magnetico ..... 705
Freno reostatico ..... 710
Frenatura coi motori in corto circuito ..... 711
Freno ad inversione ..... 711
Freno a ricuperazione d'energia ..... 711
Freno a mano e ad aria compressa ..... 711

INTORNO ALLA ALIMENTAZIONE UNIPOLARE DELLE LOCOMOTIVE ..... 714

DISPOSITIVI PER LA CIRCOLAZIONE DEL MATERIALE LOCOMOTORE ..... 723

Carrelli per automotrici ..... 723
Carrelli per locomotive ..... 725
Carrelli ad aderenza totale ..... 726
Carrelli ad aderenza parziale tipi italiano, Zara, Krauss-Helmholtz ..... 728
Dispositivo Klein-Lindner ..... 733
Esperimenti sulla stabilità delle locomotive a grande velocità ..... 734
Influenza della posizione del baricentro della locomotiva ..... 735

TRASMISSIONE DEL MOVIMENTO DEI MOTORI ALLE RUOTE DEI RISPETTIVI VEICOLI ..... 737

Pag.

Sistema a comando diretto ..... 739
Sistema di trasmissione a mezzo di un tubo coassiale colla sala motrice ..... 741
Sistema di trasmissione mediante ruote dentate 746
Sistema semplice ..... 747
Rapporto di riduzione degli ingranaggi ..... 754
Sistema misto a ruote dentate e ad albero cavo 756
Dispositivo coi motori di trazione collocati verticalmente 764
Trasmissione con aste e manovelle ..... 767
Trasmissione con alberi ausiliari ..... 769
Trasmissione con bielle triangolari ..... 771
Trasmissione con biella a V articolata ..... 772
Biella snodata sistema Saronno ..... 776
Biella articolata Bianchi ..... 778
Biella Filippini ..... 779
Dispositivo compensatore a bilanciere ..... 780
Sistema misto a bielle e a ingranaggi ..... 782
Sistemi misti ad ingranaggi ed a giunti articolati 786
Sistema Tschanz ..... 787
Sistema Brown-Boveri ..... 788
Sistema Oerlikon ..... 792
Altri sistemi di trasmissione del movimento ..... 794

MEZZI PER MIGLIORARE IL FATTORE DI POTENZA ..... 797
*Compensazione collettiva* ..... 797
*Compensazione individuale* ..... 801
Condensatori statici ..... 802
Compensatori di fase ..... 805
Altro modo di migliorare il fattore di potenza del motore trifase ..... 810
Possibile adattabilità del motore polifase alle variazioni di tensione ..... 811

COSTO DELL'ENERGIA ELETTRICA PER LA TRAZIONE ..... 812
COSTO DEI LOCOMOTORI ELETTRICI ..... 816
INTORNO AL PARAGONE DEI CONSUMI DI ENERGIA PER LA TRAZIONE ..... 820
FORNITURA DELL'ENERGIA PER LA TRAZIONE ALLE FERROVIE DELLO STATO ITALIANO ..... 828
RISULTATI DI ESERCIZIO SULLE FERROVIE ELETTRIFICATE DELLO STATO ITALIANO ..... 834
PROGETTI DI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA ..... 838
*Caratteristiche delle locomotive* ..... 839
*Diagrammi delle potenze delle correnti e dell'energia alla linea di contatto* ..... 842
*Determinazione delle potenze delle locomotive col metodo nomografico* ..... 844

Pag.

*Calcolazione della caduta di tensione e del rendimento della linea di contatto a corrente continua* ..... 851
*Determinazione della potenza delle sottostazioni a corrente continua* ..... 855
*Alimentatori ausiliari per correnti continue* ..... 858
*Alimentazione della linea di contatto a corrente continua esclusivamente a mezzo di alimentatori* ..... 860
*Corrente derivata attraverso la terra* ..... 862
*Calcolazione degli alimentatori ausiliari a corrente continua* ..... 865
*Influenza della giunzione delle rotaie sulla caduta di tensione* ..... 866
*Determinazione della sezione trasversale delle connessioni elettriche delle rotaie nei riguardi della dissipazione dell'energia* ..... 868
*Caduta di tensione lungo una linea di contatto a corrente continua alimentata esclusivamente da una sottostazione e che alimenti più locomotori* ..... 870
Primo caso ..... 871
Secondo caso ..... 873
*Caduta di tensione lungo una linea di contatto a corrente continua che alimenta più locomotori ed è alimentata in più punti* ..... 874
*Distribuzione a corrente continua a tre conduttori* 876
*Determinazioni relative ai sistemi di trazione a corrente alternativa* ..... 877
*Resistenza delle rotaie dovuta all'effetto superficiale* 878
Esempi numerici ..... 879
I. Esempio numerico ..... 879
II. Esempio numerico ..... 880
III. Esempio numerico ..... 880
Confronto tra i risultati numerici ..... 881
*Caduta di tensione induttiva lungo la linea di contatto monofase* ..... 882
*Caduta totale di tensione lungo la linea di contatto monofase* ..... 883
*Linea di contatto monofase alimentata da una sola sottostazione e che alimenta un solo locomotore. - Caduta in tensione dalla sottostazione al locomotore* ..... 855
*Altro modo di determinare la caduta di tensione lungo la linea di contatto monofase* ..... 888
*Linea di contatto monofase che è alimentata da una sottostazione di trasformazione e alimenta più locomotori* ..... 891

Pag.

Esempio numerico ..... 892

*Linea di contatto monofase alimentata alle sue estremità da sottostazioni di trasformazione alla stessa tensione ed alimentante più locomotori* ..... 896

*Linea di contatto monofase sussidiata da un alimentatore doppio alimentata da una sola sottostazione di trasformazione e alimentante un solo locomotore* ..... 899

*Caduta di tensione lungo una linea di contatto trifase* 902

Esempio numerico ..... 906

Caso della frequenza di 50 periodi al secondo ..... 908

*Influenza del fattore di potenza del locomotore trifase sulla caduta di tensione dalla sottostazione di trasformazione al locomotore* ..... 911

Esempio numerico ..... 913

*Alimentazione a mezzo della linea di contatto trifase e di un alimentatore ad essa parallelo essendo la linea di contatto alimentata da una sola sottostazione di trasformazione* ..... 915

Esempio numerico ..... 916

*Caduta di tensione alla linea di contatto trifase nel caso che sia alimentata da una o due sottostazioni alla stessa tensione ed alimenti uno o più locomotori* ..... 918

*Cavi* ..... 919

*Calcolazione delle lunghe linee di trasmissione primarie trifasi di alimentazione della sottostazione* ..... 919

*Centrali generatrici* ..... 921