



Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 2248A

ANNO: 2017

A P P U N T I

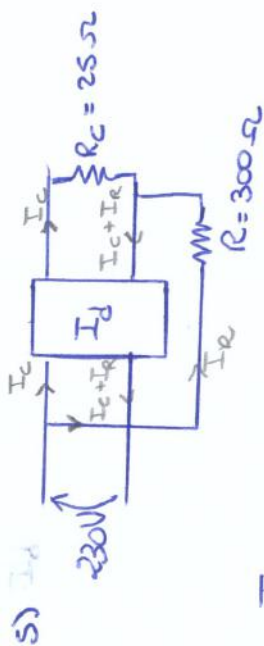
STUDENTE: Zeraushek Sonia

MATERIA: Sistemi Elettrici Industriali - Prof. Piglione

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**



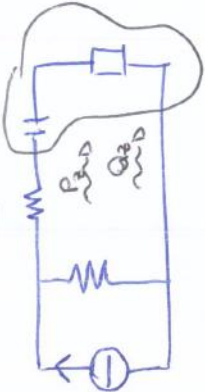
$$I_{DM} = 500 \text{ mA}$$

$$I_D = I - I' = (I_C) - (I_C + I_R) = -I_R$$

$$I_R = \frac{E}{R} = \frac{230}{300} = 0,767 \text{ A}$$

$I_{DM} = 500 \text{ mA} < I_R = 767 \text{ mA} \rightarrow$ IL RELE' DIFFERENZIALE
INTERVIENE

TRACCIO UNA TERZA SUPERFICIE



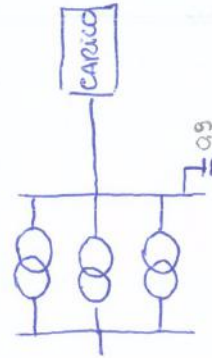
APPLICAZIONE BOUCHEROT

$$P^1 = P_3 + 10 I^2 \Rightarrow 274,2 - 10 \cdot 2,52^2 = 210,7 \text{ W}$$

RESISTENZA

$$Q^1 = Q_3 + Q_c \Rightarrow Q^1 = (-20 I^2) = 200 + 20 \cdot 2,52^2 = 327 \text{ VAR}$$

4)



$$U = \frac{20 \text{ kV}}{400 \text{ V}}$$

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow S_m = 160 \text{ kVA}$$

$$\eta_{cc1} = 6\%$$

$$P_{cc} = 2300 \text{ W}$$

$$3 \rightarrow S_m = 100 \text{ kVA}$$

$$\eta_{cc2} = 4\%$$

$$P_{cc} = 1675 \text{ W}$$

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow V_{cc} = \frac{V_{cc\%}}{100} V_{2m} = \frac{6}{100} \cdot 600 = 24 \text{ V}$$

$$I_{2m} = \frac{S_m}{V_{2m}} = \frac{160000}{600} = 400 \text{ A}$$

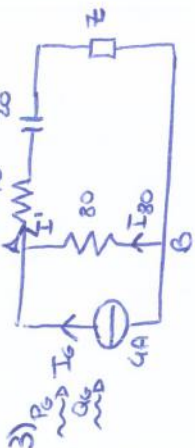
$$R_{cc} = \frac{P}{I_{2m}^2} = \frac{2300}{400^2} = 0,014 \Omega$$

$$Z_{cc} = \frac{V_{2cc}}{I_{2m}} = \frac{24}{400} = 0,06$$

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,06^2 - 0,014^2} = 0,058 \Omega$$

$$\cos \varphi_c = 0,78$$

$$\eta_{cc} = 0,9$$



IL METODO DELLE POTENZE PERMETTE DI AGGIUNGERE LE EQ. DI NORD E MAGLIA ANCHE SE BENE FARNE PIÙ CALCOLI

$$V_{AB} = \frac{S_G}{I_G} = \frac{\sqrt{500^2 + 200^2}}{4} = 134,63 \text{ V}$$

$$I_{80} = \frac{V_{AB}}{80} = \frac{134,63}{80} = 1,68 \text{ A}$$

I^1 È SFASATA RISPETTO A V_{AB} QUINDI TRACCIO UNA SECONDA SUPERFICIE DOVE APPLICARE BOUCHEROT



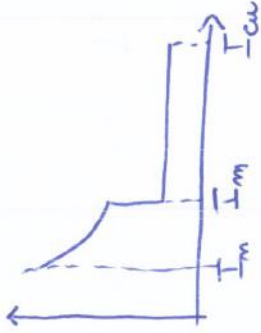
$$P_G = P^1 + 80 I_{80}^2 \Rightarrow P^1 = P_G - 80 I_{80}^2 = 500 - 80 \cdot 1,68^2 = 274,2 \text{ kW}$$

$$Q_G = Q^1 \text{ PERCHÉ NON È CAMBIATO NUNCA}$$

$$S^1 = \sqrt{P^1^2 + Q^1^2} = \sqrt{274,2^2 + 200^2} = 339,3 \text{ VA}$$

$$I^1 = \frac{S^1}{V_{AB}} = \frac{339,3}{134,63} = 2,52 \text{ A}$$

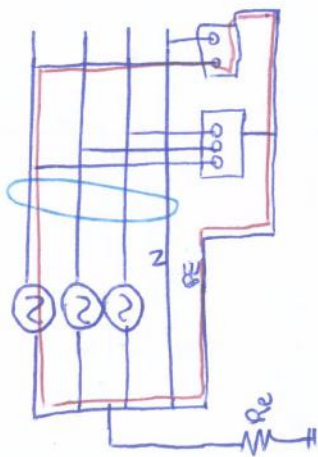
7) IL RELE MAGNETO TERMICO È L'ABBINAMENTO DEL RELE TERMICO E QUELLO MAGNETICO, MEDIANTE COLLEGAMENTO IN SERIE



CON CORRENTI INFERIORI A I_m LO SGANCIO NON INTERVIENE, PER CORRENTI COMPRESSE TRA

I_m E I_m SI HA INTERVENTO DELLO SGANCIO TERMICO PER LA PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO, AL DI SOPRA DI I_m INTERVIENE QUASI ISTANTANEAMENTE IL RELE MAGNETICO CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E IL FUNZIONAMENTO TERMINA CON I_{cu} OSSIA AL POTERE DI INTERRUZIONE

VI SONO 3 CARATTERISTICHE DI INTERVENTO MAGNETICO NON REGOLABILI INDICATE DA B/C/D E SERVONO PER LA PROTEZIONE



$$I_g = \frac{V_m / \sqrt{3}}{|Z_g + Z_{re}|} = \frac{400 / \sqrt{3}}{|130 + j7 + 130 + j7| \cdot 10^{-3}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{|260 + j14| \cdot 10^{-3}} = 887 \text{ A}$$

$$|260 + j14| \cdot 10^{-3} = \sqrt{260^2 + 14^2} \cdot 10^{-3} = 0,26 \, \Omega$$

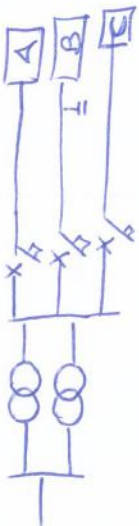
$$V_{co} = \frac{Z_{re}}{|Z_{re} + Z_g|} \cdot \frac{V_m}{\sqrt{3}} = \frac{|130 + j7| \cdot 10^{-3}}{|260 + j14| \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{400}{\sqrt{3}} = 115 \text{ V}$$

OPPURE

$$V_{co} = \frac{V_m / \sqrt{3}}{2} = \frac{400 / \sqrt{3}}{2} = 115 \text{ V}$$

$$I_{dm} \leq I_g \quad 500 \leq 887 \rightarrow \text{IL RELE DIFFERENZIALE INTERVIENE}$$

4)



$$S_m = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{80^2 + 65^2} \cdot 10^3 = 100623 \text{ VA}$$

$$I_A = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_{20}} = \frac{100623}{\sqrt{3} \cdot 400} = 145 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{P_B}{\sqrt{3} V_{20} \cos \varphi_B} = \frac{38823}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = 61 \text{ A}$$

$$P_B = \frac{3 P_m}{\eta} = \frac{3 \cdot 11000}{0,85} = 38823 \text{ W}$$

$$I_C = \frac{P}{\sqrt{3} V_{20}} = \frac{80000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 115 \text{ A}$$

DA TABELLA

$$I_m^A = 160 \text{ A}$$

$$I_m^B = 80 \text{ A}$$

$$I_m^C = 125 \text{ A}$$

$$S_m^A = 70 \text{ mm}^2$$

$$S_m^B = 25 \text{ mm}^2$$

$$S_m^C = 50 \text{ mm}^2$$

B → SOLO PER CHE FUNZIONINO CONTEMPORAN

DATO CHE $I_b \leq I_m \leq I_z$

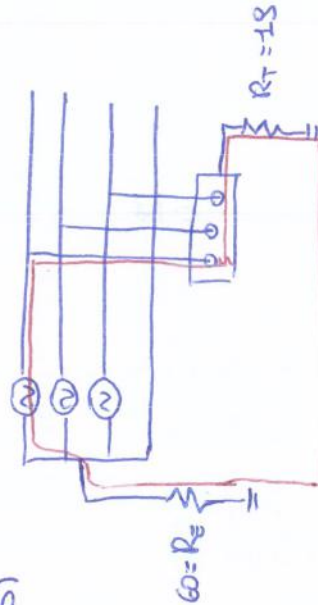
LA TENSIONE SULLA LINEA DI A È

$$\Delta V = \frac{R_A P_A + X_A Q_A}{V^2} \cdot 100 = 2,52\% < 4\% \text{ OK}$$

$$R_A = z_A \rho_A = 0,334 \cdot 120 = 40,08 \text{ m}\Omega = 0,04008 \Omega$$

↑
DA TABELLA

$$X_A = X_d \rho_A = 0,0762 \cdot 120 = 9,144 \text{ m}\Omega = 0,009144 \Omega$$



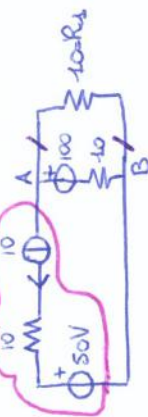
$$V_{co} = \frac{R_T}{R_T + R_e} \cdot \frac{V_m}{\sqrt{3}} = 55 \text{ V}$$

POICHÈ $V_{co} > 50$ non soddisfa la NORMA

6) vale $V_m \leq 50 \text{ V}$

ESAME 6/9/2007

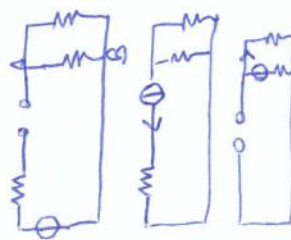
1)



UTILIZZO MILMANN SUL RAMO DI SINISTRA

$$V_{AB} = \frac{-10}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = 0$$

* TUTTO CIÒ CHE C'È IN SERIE A UN GENERATORE DI CORRENTE SI TRASCURA AGLI AGENTI ESTERNI (NORTON) AL NUMERATORE SI PUÒ ANCHE PROVARE A SODDIERE CON IL METODO DI SORAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI



I° effetto $V_{AB}^I = 0$

II° effetto $V_{AB}^{II} = -10 \cdot 5 = -50V$

III° effetto $V_{AB}^{III} = 5 \cdot 10 = 50V$

in totale $V_{TOT} = V_{AB}^I + V_{AB}^{II} + V_{AB}^{III} = 0 - 50 + 50 = 0V$



PER LA TENSIONE CONCATENATA V_p ALLA PARTENZA

$$V_p = V_c + \Delta V = 390 + 6 = 396V$$

$$\Delta V = \frac{P_{TOT} R_L + R_{TOT} X_c}{V_c} = \frac{50 \cdot 40 + 11 \cdot 18}{390} \approx 6V$$

ESSENDO SOLO IL CARICO $P_{TOT} = P_c$

$$Q_{TOT} = Q_R + Q_C = -20 + 31 = 11 \text{ KVAR}$$

NEGATIVO PERCHÉ CONDENSATORE

$$Q_R = 3 \frac{E^2}{X_{CY}} = \frac{V_c^2}{X_{CY}} = V^2 \omega C_Y = 20 \text{ KVAR}$$

$$X_{CY} = \frac{1}{\omega C_Y} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 0,000418} = 7,6 \Omega$$

SUPPLITA = 50

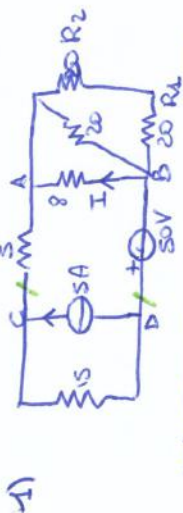
$$Q_C = P_c (\text{tg}(\arccos(0,85))) = 50 \cdot \text{tg}(\arccos(0,85)) = 31 \text{ KVAR}$$

$$V_{\text{coss}} = I_g |Z_{\text{pe,uo}}| = 1049 \cdot 0,026 = 28 \text{ V}$$

$$Z_{\text{pe,uo}} = Z_{\text{pe}} \cdot I_g = (0,654 + j0,0783) \cdot 10 = 26,16 + j3,132 \text{ m}\Omega$$

$$|Z_{\text{pe,uo}}| = \sqrt{26,16^2 + 3,132^2} = 26 \text{ m}\Omega$$

ESAME 1/7/2008

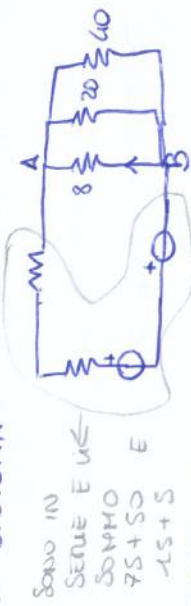


UTILIZZO THEVENIN A SINISTRA

$$R_{eq} = 15 \Omega$$

$$E = 15 \cdot 5 = 75 \text{ V}$$

VI SONO 2 RESISTORI IN SERIE $R_1 + R_2 = 40$, RICOMPONGO IL SISTEMA



SONO IN SERIE E U_C SONO 75 + 50 - 15 + 5

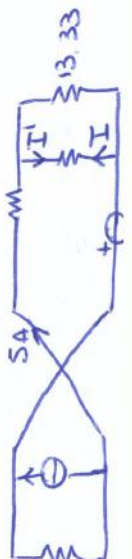
$$V_{AB} = \frac{125}{20} = 25 \text{ V}$$

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40}$$

$$V_{AB} = -8 I \Rightarrow I = \frac{-25}{8} = -3,125 \text{ A}$$

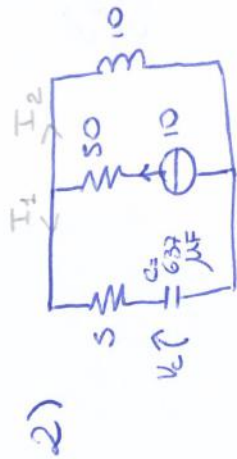
ALTRO METODO FACCIO CHE CI SIA CIRCUITO CORTO SU CD

$$V_{CD} = \frac{5 \cdot 50}{\frac{1}{15} + \frac{1}{10}} = 0 \text{ E CONSIDERO IL CIRCUITO COME}$$



DUNQUE $I' = 5 \cdot \frac{13,33}{8+13,33} = 3,125 \text{ A}$

$$I = -I' = -3,125 \text{ A}$$



2) A) $C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 0,000637} = 5 \Omega$

$$I_1 = \frac{10}{(5-j5)+j10} \cdot 10 = 10 + j10$$

$$V_C = -j5 \cdot (10 + j10) = 50 - j50 \text{ V}$$

B) $V_{AB} = \frac{10}{\frac{1}{5-j5} + \frac{1}{j10}} = 100 \text{ V}$

$$-50 \cdot 10 + V_x = -100 \Rightarrow V_x = 600 \text{ V}$$

$$\bar{S} = V_x \cdot \bar{I}^* = 600 \cdot (-10) = 6000 \text{ VA}$$

$$P = 6 \text{ kW}$$

$$Q = 0 \text{ kW}$$

ESSENDO LINEA TRIFASE A 3 FIV

LA CORRENTE MASSIMA SI CALCOLA COME TRIFASE A INIZIO LINEA

$$I_{\text{cckmax}} = \frac{V/\sqrt{3}}{|Z_T|} = \frac{600/\sqrt{3}}{|14 + j58| \cdot 10^3} = \frac{3870 \text{ A}}{\sqrt{14^2 + 58^2} \cdot 10^3} = 3,8 \text{ KA}$$

LA CORRENTE MINIMA SI CALCOLA TRA FASE-FASE A FONDO LINEA

$$I_{\text{cckmin}} = \frac{V}{2|Z_T + Z_L|} = \frac{600}{2|14 + j58 + 67 + j15|} = \frac{1834 \text{ A}}{2 \cdot \sqrt{81^2 + 73^2}} = 1,8 \text{ KA}$$

b)

$$I_m = 160$$

$$\text{TIPO C} \rightarrow \frac{I_m}{I_m} = 5 \div 10$$

$$I_m = 10 \text{ I}_m = 10 \cdot 160 = 1600 \text{ A} = 1,6 \text{ KA}$$

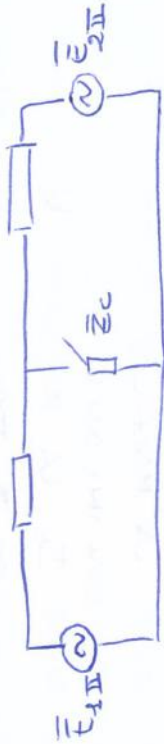
IL CHE È MINORE DI I_{cckmin} OK

CORRENTE DI INTERVENTO MAGNETICO

DEFINISCE I VALORI MINIMI

5) CONDIZIONI:

-1) I DUE TRASFORMATORI DEVONO AVERE UGUALI TENSIONE NOMINALE E UGUALE RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE



SE $t_1 \neq t_2$ A UORA

$$E_{1II} = \frac{E_{\text{PRIMARIO}}}{t_1} \quad E_{2II} = \frac{E_{\text{SECONDARIO}}}{t_2}$$

$$\Rightarrow E_{1II} \neq E_{2II}$$

$$\Rightarrow I_{\text{erc}} = \frac{E_{1II} - E_{2II}}{Z_{\text{TOT}}} \neq 0$$

NEVA PROVA A VUOTO VUOL DIRE CHE CI SARANNO DELLE PERDITE

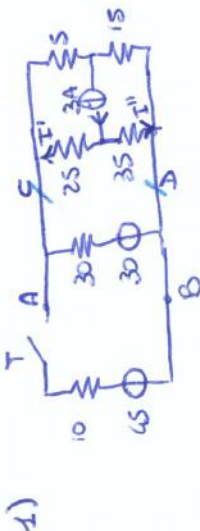
-2) SE I 2 TRASFORMATORI SONO TRIFASE DEVONO APPARTENERE ALLO STESSO GRUPPO

$$\text{GRUPPO} = \frac{\varphi_I - \varphi_{II}}{30^\circ}$$

ALIMENTI CIRCOLA CORRENTE

-3) DEVONO AVERE LA STESSA TENSIONE DI CORTE CIRCUITO E LO STESSO FATTORE DI POTENZA IN CORTO CIRCUITO $I_1 = I_{1m}$

ESAME 6/2/2009



1) A) RESISTENZA EQUIVALENTE

$$R_{eq}^I = 5 + 15 = 20 \Omega$$

$$R_{eq}^{II} = 25 + 35 = 60 \Omega$$

$$R_{eq}^{\parallel} = \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60}} = 10 \Omega$$

TENSIONE, FACCIO UN TAGLIO PER POI RICOMPORRE ESSENDOCI 1 SOLO GENERATORE C, D NON SONO NODI E LE RESISTENZE SONO A 2 A 2 IN SERIE. UTILIZZO PARTITORE DI CORRENTE

$$R_{ST} = 25 + 5 = 30 \Omega$$

$$R_{ST} = 35 + 15 = 50 \Omega$$

$$I' = \frac{R_{ST}}{R_{eq} + R_{ST}} \cdot I = \frac{50}{50 + 30} \cdot 3 = 1,875 \text{ A}$$

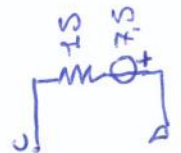
$$I'' = I - I' = 3 - 1,875 = 1,125 \text{ A}$$

$$V_{CD} = -I' \cdot 25 + I'' \cdot 35 = -1,875 \cdot 25 + 1,125 \cdot 35 = -7,5 \text{ V}$$

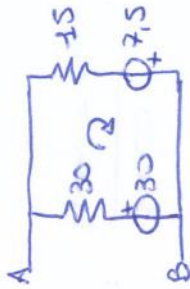
$$R_{eq}^{CD} = \frac{60 \cdot 20}{60 + 20} = 15 \Omega$$

$$R_{SX} = 25 + 35 = 60 \Omega$$

$$R_{SX} = 5 + 15 = 20 \Omega$$



RIUNISCO IL CIRCUITO



EQUAZIONE DI MAGLIA

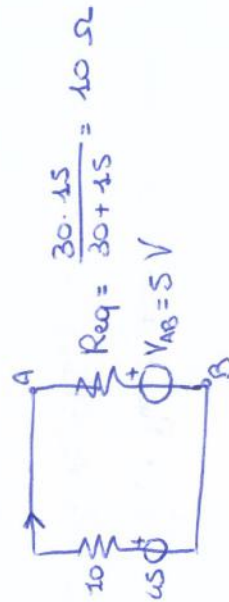
$$-30 + 30I + 15I - 7,5 = 0$$

$$I = 0,833 \text{ A}$$

$$V_{AB} = (-30)I + 30 = -30(0,833) + 30 = 5 \text{ V}$$

PERCHE' V_{AB} E' DI VERSO OPPOSTO ALLA CORRENTE E QUINDI NEL RESISTORE E' COME SE ENTRASSI DAL SUO MENO.

B) IL CIRCUITO TOTALE SARA'



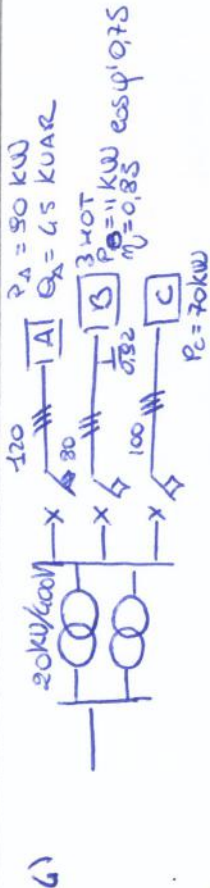
$$R_{eq} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \Omega$$

$$V_{AB} = 5 \text{ V}$$

LA CORRENTE E' DATA DAL GENERATORE 45V, QUINDI CON EQUAZIONE DI MAGLIA

$$-45 + 10I + 10I + 5 = 0 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

$$\text{LA POTENZA DISSIPATA } P = R_{eq} I^2 = 10 \cdot 2^2 = 40 \text{ W}$$



1) $I_A = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{\sqrt{90^2 + 65^2} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 165 \text{ A}$

$I_C = \frac{P_C}{\sqrt{3} V_m} = \frac{70000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 101 \text{ A}$

$I_B = \frac{P_m}{\sqrt{3} V_m \cos \phi} = \frac{38823}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = 61 \text{ A}$

$P_m = \frac{3 P_B}{\eta} = \frac{3 \cdot 11000}{0,85} = 38823 \text{ W}$

2) $I_m^A = 160 \text{ A}$ $S_m^A = 70 \text{ mm}^2$ $I_0 = 17 \text{ A}$
 $I_m^B = 80 \text{ A}$ $S_m^B = 25 \text{ mm}^2$ $I_0 = 85$
 $I_m^C = 125 \text{ A}$ $S_m^C = 70 \text{ mm}^2$ ← PERCHÉ SE METTEVO

$I_0 = 134 \text{ A}$
 $K_1 = 0,87$
 $I_2 = 116 < I_m$
 NON VA BENE
 QUINDI $I_0 = 171$
 $I_2 = 145$

c) $\Delta V = \frac{P_R + Q_X}{V^2} \cdot 100 = \frac{90000 \cdot 0,4008 + 45000 \cdot 0,00844}{400^2} \cdot 100 = 2,57\% < 4\%$

$R = r \ell = 0,334 \cdot 120 = 40,08 \text{ m}\Omega$
 $X = x \ell = 0,0762 \cdot 120 = 9,144 \text{ m}\Omega$

OK!

5) TENSIONE NOMINALE V_{1m} e V_{2m} : sono i valori di tensione primaria e secondaria per cui è previsto il corretto funzionamento del trasformatore. Si riferiscono principalmente alle limitazioni imposte dall'isolamento dei conduttori. Il loro rapporto è per definizione il rapporto di trasformazione, che nel trasformatore monofase coincide con buona approssimazione con il rapporto spire $\frac{N_1}{N_2}$

CORRENTI NOMINALI I_{1m} e I_{2m} : sono i valori massimi di corrente primaria e secondaria per cui il trasformatore può funzionare per un tempo illimitato senza danneggiarsi. Il passaggio di corrente oltre i limiti infatti uno sviluppo di energia termica che deve essere smaltita nell'ambiente circostante

6) LA NORMA PREVEDE CHE
 - LE PARTI METALLICHE ACCESSIBILI DEVONO ESSERE COLLEGATE ALL'IMPIANTO DI TERRA UNICO
 - LA TENSIONE SULLE MASSE, IN CASO DI 1° GUASTO A TERRA NON DEVE SUPERARE I 50 V (0,25 V AU'APERTO) MA NON È RICHIESTO L'INTERVENTO DELLE PROTEZIONI

ESAME 12/6/2008

1) NO

2) VEDI ES PRECEDENTE (6/2/2008)



TRASFORMO L'IMPIEDENZA DA TRIANGOLO A STELLA

$$\bar{Z}_Y = \frac{Z_A}{3} = \frac{6 + j8}{3} = 2 + j3 \Omega$$

LA CORRENTE ASSORBITA DAL CARICO

$$I_C = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot |\bar{Z}_Y|} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot |2 + j3|} = 64 \text{ A}$$

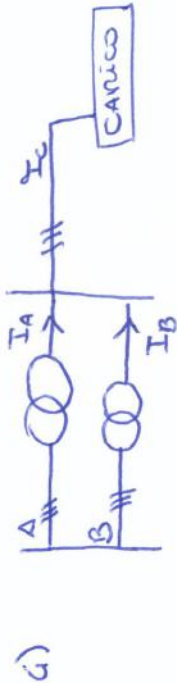
LA POTENZA DEL CARICO

$$P_C = 3 R_C I_C^2 = 3 \cdot 2 \cdot 64^2 = 24,6 \text{ KW}$$

LA POTENZA DEL RIFASATORE

$$Q_R = P_C \cdot \tan \phi = 24,6 \cdot 0,2 = 4,92 \text{ KVAR}$$

$$I_L = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_C} = \frac{\sqrt{24,6^2 + 4,92^2} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 36,2 \text{ A}$$



CARICO A $S_m = 400 \text{ KVA}$ $V_{c\phi} = 6Y$ $t = \frac{20 \text{ KV}}{400 \text{ V}}$

$P_{cc} = 3 R_{cc} I_{2m}^2 \Rightarrow R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_{2m}^2} = \frac{4800}{3 \cdot 577^2} = 0,0048 \Omega$

$I_{2m} = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_0} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 577 \text{ A}$

$V_{cc} = \frac{V_{c\phi}}{100} \cdot V = \frac{6}{100} \cdot 400 = 24 \text{ V}$

$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,024^2 - 0,0048^2} = 0,0235 \Omega$

$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{3} \cdot I_{2m}} = \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 577} = 0,024 \Omega$

DUNQUE $\bar{Z}_A = 4,8 + j23,5 \text{ m}\Omega$ PER A

CARICO B $S_m = 500 \text{ KVA}$

$P_{cc} = 3 R_{cc} I_{2m}^2 \Rightarrow R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_{2m}^2} = \frac{5700}{3 \cdot 722^2} = 0,0036 \Omega$

$I_{2m} = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_0} = \frac{500000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 722 \text{ A}$

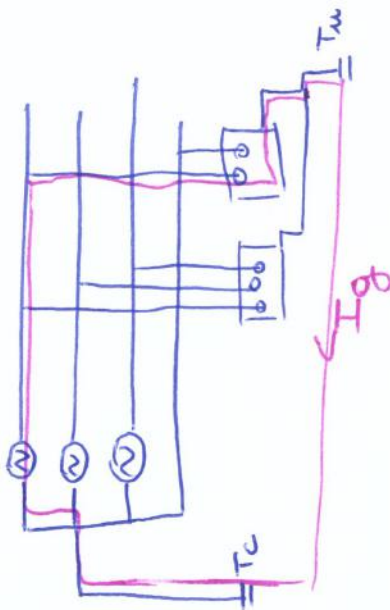
$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{3} \cdot 722} = \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 722} = 0,018 \Omega$

$X_{cc} = \sqrt{0,018^2 - 0,0036^2} = 0,0186 \Omega$

DUNQUE

$Z = 3,6 + j18,6 \text{ m}\Omega$

7) SISTEMA TI



8) IL CONTATTO DIRETTO, non presuppone un guasto nell'impianto, ma è la persona che viene in diretto contatto con la parte attiva.

Rimedi: di tipo preventivo

IL CONTATTO INDIRETTO presuppone un cedimento verso massa dell'isolamento del conduttore di fase e poi avviene il contatto tra la persona e il sistema a potenziale diverso.

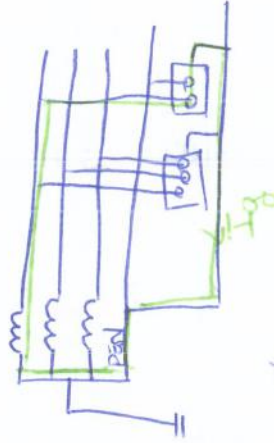
Rimedi di tipo repressivo (interruzione automatica o del circuito) oppure tipo preventivo

B) ESSENDO LA LINEA SENZA NEUTRO, LA CORRENTE DI GUSTO CIRCUITO MINIMA È QUELLA DI GUSTO FASE + FASE A FINE LINEA. IN QUESTO CASO LE IMPEDENZE A MONTE DEL GUSTO SONO L'IMPEDENZA DI GUSTO CIRCUITO DEL TRASFORMATORE È L'IMPEDENZA DI LINEA SI HA QUINDI:

$$I_{\text{GUSTO MIN}} = \frac{V}{2|Z_{\text{cc}} + Z_{\text{L1}}|} = \frac{400}{2|9,07 + j0,067|} = 2348 \text{ A}$$

LA CORRENTE DELL'INTERUTTORE È 100 A È LA CORRENTE DI TIPO C ($I_m = 5 \div 10 I_m$) SCEGLIAMO IL FATTORE 10 E SI OTTIENE $I_m = 10 \cdot 100 = 1000 < I_{\text{GUSTO MIN}}$ È QUINDI L'INTERVENTO CONTRO LA CORRENTE DI GUSTO FINISCA È ASSICURATO

5)



$$I_g = \frac{V/\sqrt{3}}{|Z_g + Z_m|} = \frac{400/\sqrt{3}}{|9,13 + j9,007| \cdot 2} = 887 \text{ A}$$

$$I_g > I_{dm}$$

$$887 > 500$$

IL DIFFERENZIALE INTERVIENE

4)



$$S_m = \sqrt{3} V_m I_m \Rightarrow I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 361 \text{ A}$$

$$V_{cc} = \frac{V_{ccx}}{100} V_2 = \frac{6}{100} \cdot 400 = 24 \text{ V}$$

$$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{3} I_m} = \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 361} = 0,0383 \Omega$$

$$R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_m^2} = \frac{2750}{3 \cdot 361^2} = 0,0007 \Omega$$

$$X = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,0383^2 - 0,0007^2} = 0,0376 \Omega$$

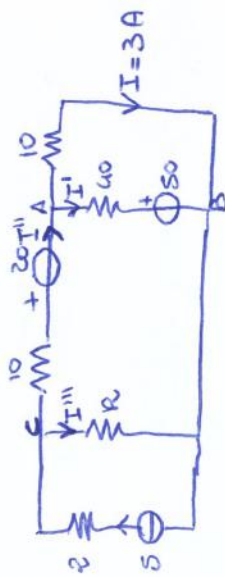
$$Z_{cc} = 7 + j37,6 \text{ m}\Omega$$

CORRENTE CIRCUITO

$$I_{cc \text{ MAX}} = \frac{V/\sqrt{3}}{Z_{cc}} = \frac{400/\sqrt{3}}{0,038} = 6077 \text{ A} \quad 6,08 \text{ KA}$$

ESAME 12/21/2010

1)



ES DEL
4/9/2009

$$V_{AB} = R \cdot I = 10 \cdot 3 = 30 \text{ V}$$

$$V_{AB} = R \cdot I' + 50 = 30 \Rightarrow I' = \frac{-20}{40} = -0,5 \text{ A}$$

$$I'' = I + I' = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ A}$$

$$I''' = I - I'' = 3 - 2,5 = 0,5 \text{ A}$$

$$V_{CB} = R \cdot I''' + 20 + V_{AB} = 10 \cdot 0,5 + 20 + 30 = 75 \text{ V}$$

$$R = \frac{V_{CB}}{I'''} = \frac{75}{0,5} = 150 \Omega$$

$$V_{CB} = (-R \cdot I) + V_X = 75 \Rightarrow V_X = 2,5 \cdot 10 + 75 = 100 \text{ V}$$

$$P = V \cdot I = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ W}$$



$$Z_{eq} = \frac{j40 \cdot -j20}{j40 + j20} = j20 \Omega$$

$$Z_{eq_{tot}} = 10 + j5 + j20 = 10 + j25 \Omega$$

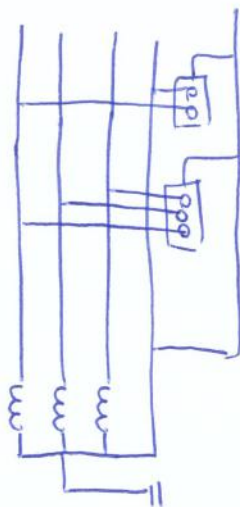
$$|-10 + j25| = \sqrt{10^2 + 25^2} = 26,93$$

$$V = 26,93 \text{ I} \Rightarrow I = \frac{200}{26,93} = 7,4 \text{ A}$$

$$P = R I^2 = 10 \cdot 7,4^2 = 547,6 \text{ W}$$

$$Q = I_m I^2 = 25 \cdot 7,4^2 = 1369 \text{ VAR}$$

5)



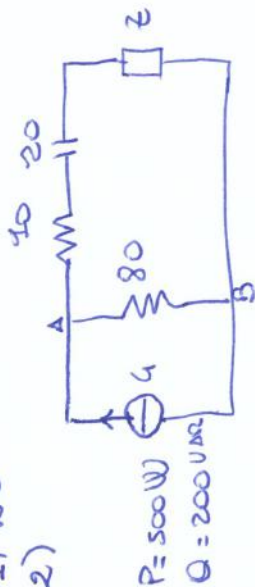
6) IN ALTA TENSIONE IL NEUTRO NON È
DISTRIBUITO ED È COLLEGATO EFFICACEMENTE
A TERRA IN OGNI CONDIZIONE DELLA RETE

LE LINEE IN MEDIA TENSIONE HANNO UGUALI
MODALITÀ DI ESERCIZIO CHE VA DA FRANCO A
TERRA A COMPENSATO, VISTO CHE IL NEUTRO
ISOLATO PUÒ PORTARE A CORRENTI DI GUASTO
TROPPO ELEVATE

IN BASSA TENSIONE È DISTRIBUITO SALVO LE
AUMENTAZIONI CONCENTRATE

ESAME 8/6/2010

1) NO
2)

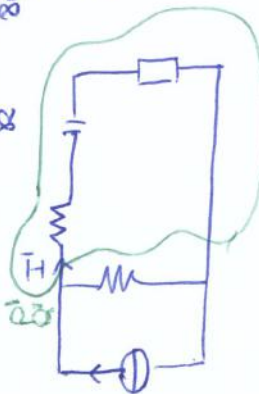


$P = 500 \text{ W}$
 $Q = 200 \text{ VAR}$

USO IL METODO DELLE POTENZE

$$V_{AB} = \frac{S}{I} = \frac{\sqrt{500^2 + 200^2}}{4} = 135 \text{ V}$$

$$V_{AB} = RI \Rightarrow I = \frac{V_{AB}}{R} = \frac{135}{80} = 1,68 \text{ A}$$



I' È SFASATA
RISPETTO A
 V_{AB} QUINDI
TRACCO UNA
SECONDA
SUPERFICIE

$$P = P' + 80 I^2 \Rightarrow P' = P - 80 I^2 = 500 - 80 \cdot 1,68^2 = 274 \text{ W}$$

$$Q - Q' = 200 \text{ VAR}$$

$$V_{AB} = \frac{S}{I} \Rightarrow I = \frac{S'}{V_{AB}} = \frac{\sqrt{274^2 + 200^2}}{135} = 2,54 \text{ A}$$



$$P' = P'' + 10 I^2 \Rightarrow P'' = 274 - 10 \cdot 2,54^2 = 210,7 \text{ W}$$

$$Q' = Q_2 + (-20 I^2) \Rightarrow Q_2 = 200 - (-20 \cdot 2,54^2) = 327 \text{ VAR}$$

ESAME 27/8/2010

1) NO



CALCOLO IL VALORE EFFICACE DELLA CORRENTE
RARO DX

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{90}{10}} = 3 \text{ A}$$

CALCOLO VALORE EFFICACE

$$V_{AB} = 130 - j15 + 10 + j25 \mid I = |40 + j10| 3 = 41 \cdot 3 = 123,7 \text{ V}$$

$$|40 + j10| = \sqrt{40^2 + 10^2} = 41$$

APPLICHO BOUCHEROT

$$P_{AB} = 40 \cdot I^2 = 40 \cdot 3^2 = 360 \text{ W}$$

$$Q_{AB} = 10 \cdot I^2 - \frac{V_{AB}^2}{100} = 10 \cdot 3^2 - \frac{123,7^2}{100} = -63 \text{ VAR}$$

OPPURE PER P

$$I = 3 \text{ A}$$

$$P_{R30} = 30 \cdot 3^2 = 270$$

$$P_{TOT} = 270 + 90 = 360$$

ESAME 28/7/2011

1)



UTILIZZO METODO SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI
- CALCOLO PRIMO EFFETTO



CALCOLO RESISTENZE IN SERIE E PARALLELO = S

$$I_1 = \frac{10}{10+5} I = \frac{10}{10+5} \cdot 2 = 1,33 \text{ A}$$

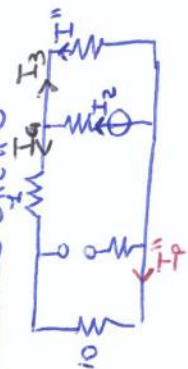
RICOMPONGO IL SISTEMA E CALCOLO I'

$$I' = \frac{S}{S+20} \cdot I_1 = \frac{S}{S+20} \cdot 1,33 = 0,27 \text{ A}$$

CONCORDE CON
QUANTO STO
CERCANDO

$$I_p = I - I_1 = 2 - 1,33 = 0,67 \text{ A}$$

- CALCOLO SECONDO EFFETTO



CALCOLO I_2

$$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{50}{5+7,1} = 4,13 \text{ A}$$

TORNANDO AL SISTEMA

$$I_3 = \frac{11}{11+20} I_2 = \frac{11}{11+20} \cdot 4,13 = 1,46 \text{ A}$$

$$I'' = -I_3 = -1,46 \text{ A}$$

$$I_4 = I_2 - I_3 = 4,13 - 1,46 = 2,66 \text{ A}$$

$$I_p'' = -I_4 = -2,66 \text{ A}$$

SECONDO
EFFETTO DEVA
POTENZA

ORA FACCIAMO SOMME ALGEBRICHE

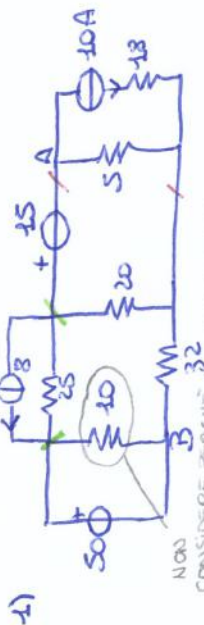
$$I = I' + I'' = 0,27 - 1,46 = -1,2 \text{ A}$$

$$I_p = I_p' + I_p'' = 0,67 - 2,66 = -2 \text{ A}$$

LA POTENZA DISSIPATA È

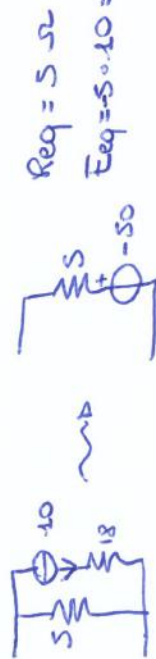
$$P_{10} = R_{10} (-I_p)^2 = 10(-2)^2 = 40 \text{ W}$$

ESAME TEMI SAGGIO 2 - 2012



NON CONSIDERARE PERCHÉ I A GEN DI TENS.

A) RIDUCO IL CIRCUITO



$R_{eq} = 5 \Omega$

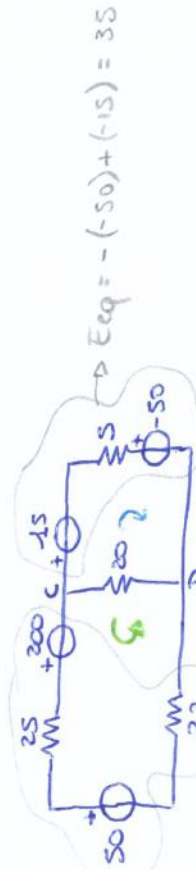
$E_{eq} = 5 \cdot 10 = 50$



$R_{eq} = 25 \Omega$

$E_{eq} = 25 \cdot 8 = 200 V$

IL SISTEMA RISULTA ESSERE



$E_{eq} = -(-50) + (-15) = 35$

SONO IN SERIE DUNQUE

$E_{eq} = -200 + 50 = -150$

$R_{eq} = 25 + 32 = 57 \Omega$

UTILIZZO MILMANN

$$V_{CD} = \frac{-150}{57} + \frac{35}{57} = \frac{1}{57} + \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = -36V$$

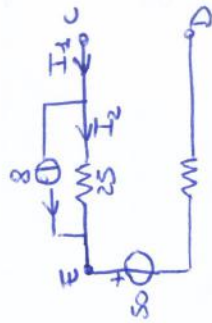
UTILIZZO EQ MAGIA A DESTRA PER LA CORRENTE

$V_{CD} = 15 - 5I - 50 = -36 \Rightarrow I = \frac{1}{5} A$

LA POTENZA EROGATA È

$P_{15} = E \cdot I = 15 \cdot \frac{1}{5} = 3 W$

B)



EQ DI MAGIA PER I_1 NEL SISTEMA SENRUT.

$V_{CD} = -200 + 25I_1 + 50 + 32I_1 = -36$

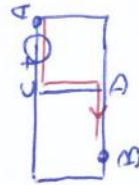
$I_1 = 2 A$

IN (CÈ)

$I_1 - I_2 - 8 = 0 \Rightarrow I_2 = I_1 - 8 = 2 - 8 = -6 A$

LA POTENZA DISSIPATA È

$P_{25} = R I_2^2 = 25 (-6)^2 = 900 W$



C)

$V_{AB} = -E + V_{CD} - 32 I_1 =$

$= -15 + (-36) - 32 \cdot 2 = -115 V$

ESAME 6/2/2012

1) NO



$$P = RI^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{90}{10}} = 3 \text{ A}$$

$$V_{AB} = |30 - j15 + 10 + j25| \cdot 3 = |40 + j10| \cdot 3 = 123,7 \text{ V}$$

$$P = 40 \cdot 3^2 = 360 \text{ W}$$

$$Q = 10 \cdot 3 - \frac{V_{AB}^2}{100} = -63 \text{ VAR}$$

$$S_G = \sqrt{P^2 + Q^2} = V_G I \Rightarrow I = \frac{\sqrt{250^2 + 200}}{100} = 3,2 \text{ A}$$

EQUAZIONE DI BOUCHEVOT

$$P = P' + (SI^2) \rightarrow P' = 250 - (5 \cdot 3,2^2) = 198 \text{ W}$$

$$Q = Q' - (10I^2) \rightarrow Q' = 200 + (10 \cdot 3,2^2) = 302,4 \text{ VAR}$$

$$S' = \sqrt{P'^2 + Q'^2} = \sqrt{198^2 + 302,4^2} = V_{AB} I = 362$$

$$V_{AB} = \frac{362}{3,2} = 113,13 \text{ V}$$

$$Q_{20\Omega} = \frac{V_{AB}^2}{X_L} = \frac{113,13^2}{20} = 640 \text{ VAR}$$

$$P' = P_2 = 198 \text{ W}$$

$$Q' = Q_2 + Q_{20\Omega} = 302,4 \rightarrow Q_2 = 302,4 - 640 = -337,6 \text{ VAR}$$

DIVERSI METODI PER CALCOLARE \bar{Z}

$$1) \bar{Z} = \frac{V^2}{S} = \frac{V_{AB}^2}{S_2} = \frac{113,13^2}{\sqrt{198^2 + 337,6^2}} = 32,66 \Omega$$

↑
MODULO

$$\text{ARGOMENTO } \varphi_z = \arctg\left(\frac{Q_2}{P_2}\right) = \arctg\left(\frac{-337,6}{198}\right) = -58,48$$

$$\bar{Z} = Z \angle \varphi_z = 32,66 \angle -58,48$$

$$R_z = Z \cos \varphi_z = 32,66 \cdot \cos(-58,48) = 16,6 \Omega$$

$$\bar{X}_z = Z \sin \varphi_z = 32,66 \cdot \sin(-58,48) = -j28,1 \Omega$$

2) CALCOLO LA CORRENTE I_2 NEW IMPEDENZA (ESSENDO IN SERIE)

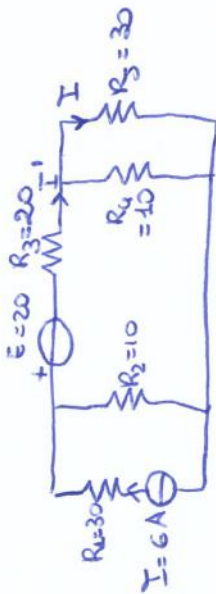
$$S_2 = V_{AB} I_2 = 382 \text{ VA} \rightarrow I_2 = \frac{382}{113,13} = 3,46 \text{ A}$$

$$P_2 = R_2 I_2^2 \rightarrow R_2 = \frac{198}{3,46^2} = 16,6 \Omega$$

$$Q_2 = X_2 I_2^2 \Rightarrow X_2 = \frac{-337,6}{3,46^2} = -j28 \Omega$$

ESAME 11/9/2012

1)

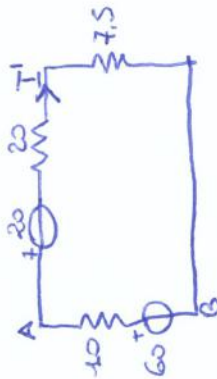


A) FACCIO THEVENIN A SINISTRA

$$R_{eq} = 10 \Omega$$

$$E_{eq} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ V}$$

$$R_{th} // S = \frac{10 \cdot 30}{10 + 30} = 7,5 \Omega$$



$$-60 + 10 I' + 20 + 20 I' + 7,5 I' = 0 \Rightarrow I' = \frac{40}{37,5} = 1,06 \text{ A}$$

PARTITORE DI CORRENTE

$$I = \frac{10}{10 + 30} I' = \frac{10}{10 + 30} \cdot 1,06 = 0,266 \text{ A}$$

$$B) V_{AB} = 20 + 20 I' + 7,5 I' = 20 + 20 \cdot 1,06 + 7,5 \cdot 1,06 = 49,45 \text{ V}$$

HA ANCHE

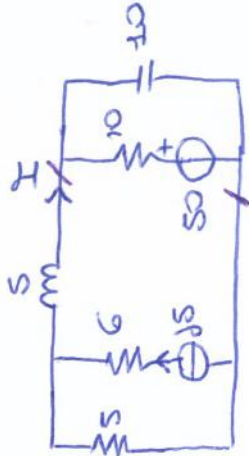
$$V_{AB} = -30 \cdot 6 + V_X \Rightarrow -30 \cdot 6 + V_X = 49,45$$

$$\Rightarrow V_X = 22,9,45 \text{ V}$$

LA POTENZA È

$$P = V_X \cdot I = 22,9,45 \cdot 6 = 1374 \text{ W}$$

2)

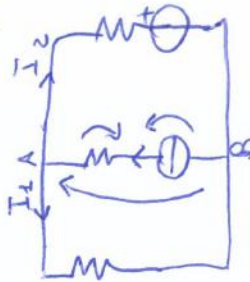


A)

$$R_{eq} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

$$E = \frac{-10}{10 + 10} \cdot 50 = 25 - 25j$$

$$R_{eqs} = j5 + (5 - 5j) = 5$$



$$V_{AB} = \frac{j5 + \frac{25 - 25j}{5}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}} = \frac{5}{0,4} = 12,5$$

$$V_{AB} = -j5 \cdot 6 + V_X = 12,5$$

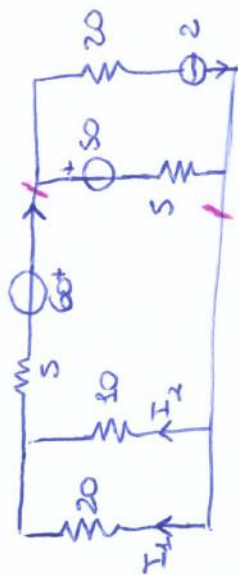
$$V_X = -12,5 + j30$$

$$S = V_X I^* = (-12,5 + j30) \cdot (-j5) = -150 - 63j$$

$$B) I_1 = \frac{V}{R} = \frac{12,5}{5} = 2,5 \text{ A}$$

$$j5 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = -2,5 + j5 \text{ A}$$

ESAME 18/8/2013

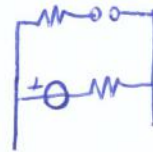


A) UTILIZZO THEVENIN A DX

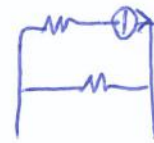


$$R_{eq} = 5 \Omega$$

SOPRAPPORZIONE DEGLI EFFETTI



$$V^i = 50 \text{ V}$$

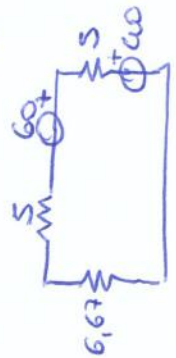


$$V^{ii} = 5 \cdot (2) = -10 \text{ V}$$

$$V_{eq} = 50 - 10 = 40 \text{ V}$$

$$R_{eq \text{ a dx}} = \frac{20 \cdot 10}{20 + 10} = 6,67 \Omega$$

si componono in circuito

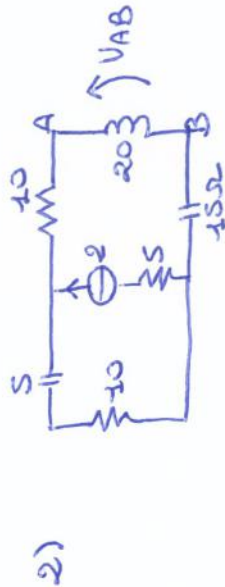


$$6,67I + 5I - 60 + 40 = 0$$

$$I = 1,2 \text{ A}$$

B) $I_1 = \frac{10}{20+10} I = \frac{10}{20+10} \cdot 1,2 = 0,4 \text{ A}$

$$P = R \cdot I^2 = 20 \cdot 0,4^2 = 3,2 \text{ W}$$



RIDUCO IL SISTEMA

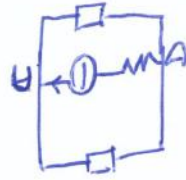
$$\bar{Z}_{eq \text{ SX}} = 10 - j5 \Omega$$

$$\bar{Z}_{eq \text{ DX}} = 10 + j20 - j5 = 10 + j5 \Omega$$

$$V_{CD} = \frac{2}{\frac{1}{10-j5} + \frac{1}{10+j5}} = 12,5 \text{ V}$$

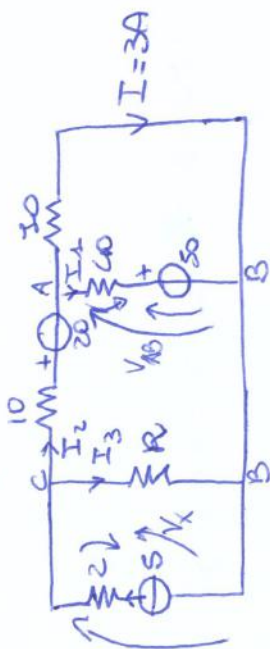
$$V_{AB} = \frac{j20}{10+j5} = 12,5 = 10 + j20 \text{ V}$$

OPPURE RISOLVERLO CON THEVENIN



ESAME 10/7/2014

a)



$$V_{AB} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ V}$$

$$V_{AB} = 40 \cdot I_1 + 50 = 30 \Rightarrow I_1 = \frac{-20}{40} = -0,5 \text{ A}$$

$$I_2 = 3 - 0,5 = 2,5$$

$$V_{CB} = 10 I_2 + 20 + V_{AB} = 75 \text{ V}$$

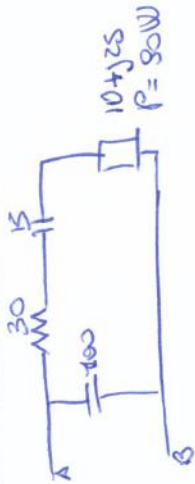
$$I_3 = 5 - 2,5 = 2,5 \text{ A}$$

$$R = \frac{75}{2,5} = 30 \Omega$$

$$b) V_{AB} = -5 \cdot 2 + V_X = 75 \Rightarrow V_X = 75 + 10 = 85$$

$$P = VI = 85 \cdot 5 = 425 \text{ W}$$

b)



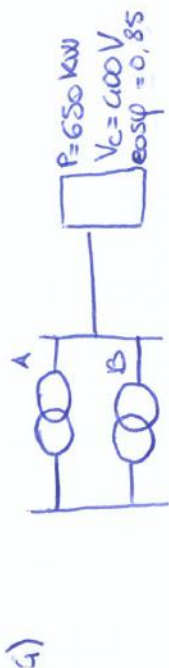
$$P = RI^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{80}{10}} = 3 \text{ A}$$

$$V_{AB} = |30 - j15 + 10 + j25| 3 = |40 + j10| 3 = 123,71$$

$$|40 + j10| = \sqrt{40^2 + 10^2} = 41 \Omega$$

$$P = 40 \cdot 3^2 = 360 \text{ W}$$

$$Q = 10 \cdot 3^2 - \frac{V_{AB}^2}{100} = 10 \cdot 3^2 - \frac{123,7^2}{100} = -63 \text{ VAR}$$



1) CALCOLO I PARAMETRI DI TA

$$V_{cc} = \frac{V_{ccx}}{100} \cdot V_m = \frac{6}{100} \cdot 400 = 24 \text{ V}$$

$$I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 577 \text{ A}$$

$$R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_m^2} = \frac{4800}{3 \cdot 577^2} = 0,0048 \Omega$$

$$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{3} I_m} = \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 577} = 0,024 \Omega$$

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,024^2 - 0,0048^2} = 0,0235 \Omega$$

CALCOLO I PARAMETRI DI TB

$$V_{cc} = \frac{V_{ccx}}{100} \cdot V_m = \frac{6}{100} \cdot 400 = 24 \text{ V}$$

$$I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{800000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 721,68 \text{ A}$$

$$R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_m^2} = \frac{5700}{3 \cdot 722^2} = 0,0036 \Omega$$

$$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{3} I_m} = \frac{24}{\sqrt{3} \cdot 722} = 0,019 \Omega$$

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,019^2 - 0,0036^2} = 0,0187 \Omega$$

b) $I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} V \cos \varphi} = \frac{650000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 1104 \text{ A}$

$$I_A = \frac{|Z_{ccb}|}{|Z_{ccb} + Z_{cca}|} \cdot I_c = \frac{\sqrt{3,6^2 + 18,9^2}}{\sqrt{8,4^2 + 42,4^2}} \cdot 1104 = 491 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{|Z_{cca}|}{|Z_{cca} + Z_{ccb}|} \cdot I_c = \frac{\sqrt{4,8^2 + 23,3^2}}{\sqrt{8,4^2 + 42,4^2}} \cdot 1104 = 613 \text{ A}$$

$$P_A = P_{FE} + 3 \cdot R \cdot I_A^2 = 1200 + 3 \cdot 0,0048 \cdot 491^2 = 4671 \text{ W}$$

$$P_B = P_{FE} + 3 R I_B^2 = 1400 + 3 \cdot 0,0036 \cdot 613^2 = 5458 \text{ W}$$

PERDITE COMPRESIVE

$$P_{TOT} = P_A + P_B = 4671 + 5458 = 10129 \text{ W}$$

8) I SISTEMI DI PRIMA CATEGORIA SONO CLASSIFICATI IN BASE AL COLLEGAMENTO A TERRA DEL NEUTRO E DELLE MASSE. LA PRIMA LETTERA INDICA LO STATO DEL NEUTRO

- T NEUTRO COLLEGATO DIRETTAMENTE A TERRA
- I NEUTRO ISOLATO DA TERRA

LA SECONDA LETTERA INDICA LO STATO DELLE MASSE:

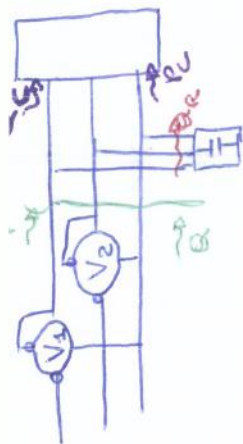
- T MASSE COLLEGATE DIRETTAMENTE A TERRA
- N MASSE COLLEGATE AL NEUTRO

APPLICAZIONE:

TT → INSTALLAZIONI DOMESTICHE E SIMILI, PICCOLE INDUSTRIE AUMENTATE IN BASSA TENSIONE. SI PREFERISCE AFFIDARE ALL'UTENTE LA RESPONSABILITÀ DELLA PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

TN → INDUSTRIE E GROSSI IMPIANTI AUMENTATI IN MEDIA TENSIONE

IT → IMPIANTI IN CUI È FONDAMENTALE LA CONTINUITÀ DI SERVIZIO E IN PRESENZA DI UN PIÙ GUASTO NON DA LUOGO A CORRENTI DI VALORE ELEVATO E/O PERICOLOSE PER LE PERSONE



3)

CON I DUE WATTMETRI CALCOLANO LA POTENZA ENTRANTE NEL SISTEMA

$$P = P_1 + P_2 = 3711 + 2049 = 5760 \text{ W}$$

$$Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = \sqrt{3} (3711 - 2049) = 2879 \text{ VAR}$$

ORA CALCOLO CIO' CHE ENTRA NEL CARICO

$$P_c = P = 5760 \text{ W}$$

$$Q = Q_R + Q_C \Rightarrow Q_C = Q - Q_R = 2879 - (-4800) = 7679 \text{ VAR}$$

CALCOLO L'IMPERENZA

$$Z_A = 3 \frac{V^2}{S} = 3 \frac{400^2}{\sqrt{5760^2 + 7679^2}} = 50 \Omega$$

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P} = \arctg \frac{7679}{5760} = 53^\circ$$

$$Z = Z_A (\cos \varphi + j \sin \varphi) = 50 (\cos 53 + j \sin 53) = 30 + j40 \Omega$$

$$S' = V_{AB} I = 25,3 \cdot 4 = 101,2 \text{ VA}$$

$$Q' = \sqrt{S'^2 - P'^2} = \sqrt{101,2^2 - 80^2} = 62 \text{ W}$$

$$Q_{GEN} = Q' = 62 \text{ W} = \frac{V_{AB}^2}{X_C}$$

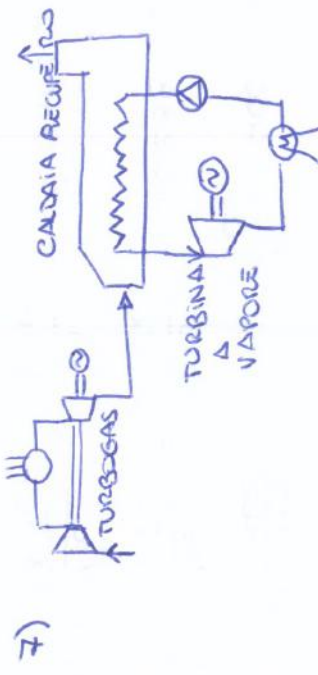
$$\Rightarrow X_C = \frac{25,3^2}{62} = 10,3 \Omega = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10,3} = 309 \mu\text{F}$$

6) LA PORTATA DI UNA CONDUTTORA, DESIGNATA CON IL SIMBOLO I_z , È DEFINITA COME "IL VALORE MASSIMO DELLA CORRENTE CHE PUÒ FLUIRE IN ESSA, IN REGIME PERMANENTE ED IN DETERMINATE CONDIZIONI SENZA CHE LA SUA TEMPERATURA SUPERI UN VALORE SPECIFICO".

- DIPENDE DAL TIPO DI CONDUTTORE E DALLE SUE CONDIZIONI DI POSA E DALLA TEMPERATURA D'AMBIENTE. ^{DAL NUMERO DI TUBI ADIACENTI} LE POSÈ PIÙ COMUNI SONO:
- IN ACQUA LIBERA
 - IN TUBAZIONE O CUNICOLI
 - POSA INTERRATA

$$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$$



IL RENDIMENTO È PARI AL 60%, SE È UTILIZZATA ANCHE PER COGENERAZIONE AL 87%.

5) ISOLAMENTO FUNZIONALE → È L'ISOLAMENTO TRA DUE PARTI ATTIVE IN TENSIONE TRA LORO. ASSICURA IL NORMALE FUNZIONAMENTO DELL'APPARECCHIO MA NON LA SICUREZZA DELLA PERSONA

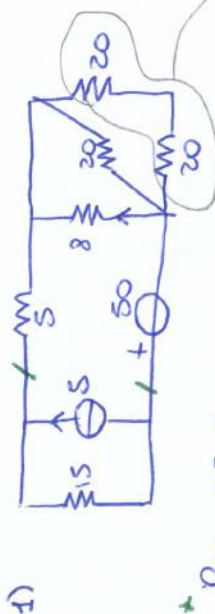
PRINCIPALE → IMPEDISCE CHE, NELLE CONDIZIONI DI IMPIEGO PREVISTE, LE PERSONE POSSANO VENIRE A CONTATTO CON LE PARTI ATTIVE DELL'APPARECCHIO

SUPPLEMENTARE → È UN ISOLAMENTO AGGIUNTIVO CHE IN CASO DI CEDIMENTO DELL'ISOLANTE PRINCIPALE, IMPEDISCE CHE LE PERSONE POSSANO VENIRE IN CONTATTO CON LE PARTI ATTIVE

DOPPIO ISOLAMENTO → È COSTITUITO DA QUELLO PRINCIPALE E SUPPLEMENTARE

RINFORZATO → SOSTITUISCE IL DOPPIO ISOLAMENTO GARANTENDO IL MEDESIMO GRADO DI PROTEZIONE

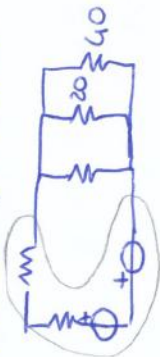
ESAME 24/2/2015



$R_{eq} = 15 \Omega$

$E = 15 \cdot 5 = 75V$

2 RESISTORI IN SERIE, ω 20KHO $20+20 = 40 \Omega$



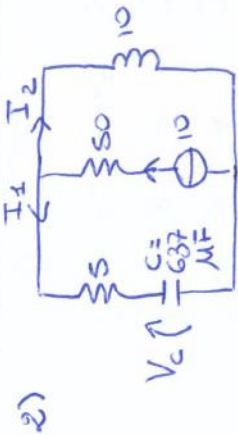
SONO IN SERIE ω 20KHO 75+50 15+5

USO MILLMAN

$$V_{AB} = \frac{\frac{75}{20}}{\frac{1}{20} + \frac{1}{8} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40}} = 25V$$

$$V_{AB} = -8 I \Rightarrow I = \frac{-25}{8} = -3,125A$$

VI È UN ALTRO MODO UED 1/7/2008



A) $C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 0,000637} = 8 \Omega$

$I_1 = \frac{j10}{(5-j5)+j10} \cdot 10 = 10 + j10$

$V_C = -j5 \cdot (10 + j10) = 50 - j50V$

B) $V_{AB} = \frac{10}{\frac{1}{5-j5} + \frac{1}{j10}} = 100V$

$-50 + 10 + V_X = 100 \Rightarrow V_X = 600V$

$\bar{S} = V_X \bar{I}^* = 600 (10) = 6000 VA$

$P = 6 KW$

$Q = 0 KW$

c) $Z_{cc} = 14 + j58 \text{ m}\Omega$, LINEA A SENZA NEUTRO

$$I_{\text{TRIFASE}}^{\text{MAX}} = \frac{V/\sqrt{3}}{|Z_T|} = \frac{400/\sqrt{3}}{|14 + j58|} \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{400/\sqrt{3}}{\sqrt{14^2 + 58^2}} \cdot 10^{-3} = 3870 = 3,8 \text{ kA}$$

d) CURVA C

$$I_H = (S \div 10) I_M$$

$$(S \div 10) 160 = 800 \div 1600$$

$$I_{\text{MAX}} = I_1 < 1,8 \text{ kA} \quad I_2 > 3,8 \text{ kA}$$

$$1600 < 1800 \text{ A OK}$$

5) LE CONDIZIONI PER IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DI DUE TRASFORMATORI PARALLELI SONO

- I 2 TRASFORMATORI DEVONO AVERE UGUALE TENSIONE NOMINALE PRIMA E UGUALE RAPPORTO E UGUALE RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE

Dimostrazione:

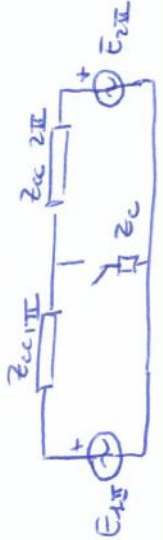
SE $t_1 \neq t_2$

$$\Rightarrow E_{1II} = \frac{E_1}{t_1} \quad E_{2II} = \frac{E_2}{t_2}$$

$$\Rightarrow E_{1II} \neq E_{2II}$$

$$\Rightarrow I_c = \frac{E_{1II} - E_{2II}}{Z_{TOT}} \neq 0$$

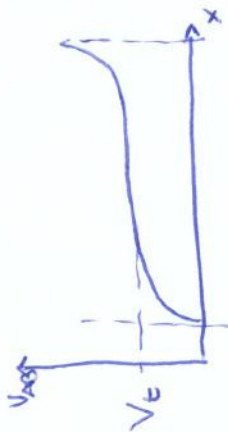
NELLA PROVA A VUOTO $I \neq 0$ VUOL DIRE CHE CI SARANNO DELLE PERDITE



$$I_{\text{MIN}}^{\text{FASE-FASE FONDO LINEA}} = \frac{V}{2|Z_T + Z_{\#1}|} = \frac{400}{2|14 + j58 + (9334 + j0,0762) \cdot 200| \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{400}{2|80,8 + j73,24| \cdot 10^{-3}} = \frac{400}{2 \cdot 109 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 1834 \text{ A} = 1,8 \text{ kA}$$



TENSIONE TOTALE DI TERRA = LA DIFFERENZA
TRA IL DISPENSORE E QUESTA POTETICA
SUPERFICIE DI RAGGIO INFINITO.

8) NO

$$I_c = \frac{V}{IX} = \frac{100}{-j20} = 5j$$

$$I_L = \frac{V}{R} = \frac{100}{j20} = -j5$$

c) $P = VI = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ W}$
 $Q = 0$



$$S_m = 160 \text{ kVA}$$

$$t = \frac{15 \text{ kV}}{600 \text{ V}}$$

A) PER CALCOLARE $V_{cc\%}$

$$V_{cc}'' = \frac{V_{cc\%}}{100} V_2 \Rightarrow V_{cc\%} = \frac{100 V_{cc}''}{V_2} = \frac{100 \cdot 16,4}{600} = 4,1\%$$

$$V_{cc}'' = \sqrt{3} Z_{cc} I_{2m} = \sqrt{3} \cdot 0,041 \cdot 231 = 16,4$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \sqrt{10^2 + 60^2} = 61 \text{ m}\Omega = 0,061 \Omega$$

$$I_{2m} = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_2} = \frac{160000}{\sqrt{3} \cdot 600} = 231 \text{ A}$$

PER CALCOLARE $P_{cc\%}$

$$P_{cc}'' = \frac{P_{cc\%}}{100} S_m \Rightarrow P_{cc\%} = \frac{100 P_{cc}''}{S_m} = \frac{100 \cdot 1600}{160000} = 1\%$$

$$P_{cc}'' = 3 R_{cc} I_{2m}^2 = 3 \cdot 0,1 \cdot 231^2 = 1600,8 \text{ W}$$

B) PER CALCOLARE $I_{0\%}$

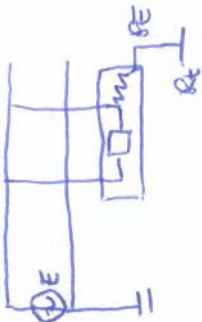
$$I_0 = \frac{I_{0\%}}{100} \cdot I_{1m} \Rightarrow I_{0\%} = \frac{100 I_0}{I_{1m}} = \frac{100 \cdot 0,136}{6,15} = 2,2\%$$

$$I_F = \frac{V_1/\sqrt{3}}{R_0} = \frac{15000/\sqrt{3}}{320000} = 0,027 \text{ A}$$

$$I_{\mu} = \frac{V_1/\sqrt{3}}{X_0} = \frac{15000/\sqrt{3}}{65000} = 0,133 \text{ A}$$

$$I_0 = \sqrt{I_F^2 + I_{\mu}^2} = \sqrt{0,027^2 + 0,133^2} = 0,136 \text{ A}$$

$V = 230 \text{ V}$
 $R_t = 10 \ \Omega$
 $Z_g = 50 \text{ m}\Omega$
 $Z_m = 50 \text{ m}\Omega$



$$I_c = \frac{P}{V} = \frac{500}{230} = 2,173 \text{ A}$$

$$I_g = \frac{Z_m}{Z_m + R_t} \cdot I_c = \frac{0,05}{10 + 0,05} \cdot 2,173 \text{ A} = 10,8 \text{ mA}$$

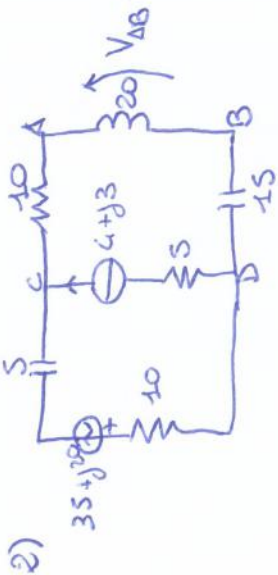
MOM
 INTERVIENE
 IL
 DIFFERENZIALE
 $< 30 \text{ mA}$

$$V_{CO} = I_g R_t = 10 \cdot 0,0108 = 0,108 \text{ V}$$

5) NO

6) CORRENTI DI SOVRACCARICO → QUANDO, IN ASSENZA
 DI GUASTO NEGLI IMPIANTI
 TOI CARICHI,
 PERMANENTEMENTE
 O TRANSITORIAMENTE
 ASSORBONO POTENZE
 SUPERIORI A
 QUELLE STABILITE
 IN FASE DI
 PROGETTO. SI TRATA
 DI CORRENTI CHE SONO
 CIRCA DELLO STESSO
 ORDINE DI GRANDEZZA
 DELLA PORTATA DEL
 CONDUTTORE.

CORRENTI DI CORTO CIRCUITO → SOLO IN
 PRESENZA DI GUASTO
 NEGLI IMPIANTI.
 QUANDO, PER UN
 CEDIMENTO DELL'ISOLANTE
 SI CREA UN CORTOCIRCUITO
 NTO DI IMPEDENZA
 TRASCURABILE TRA DUE
 CONDUTTORI ATTIVI TRA
 I QUALI ESISTE
 DIFFERENZA DI POTENZA
 LE. AD ESEMPIO
 FASE NEUTRO, FASE FASE.
 LE CORRENTI SONO
 NOTEVOLMENTE SUPERIORI
 AQUE CORRENTI NOMINALI
 E AQUE PORTATE.



Calcolo LA Reg a DESTRA

$$R_{eqDx} = 10 + j20 - j15 = 10 + j5 \Omega$$

Calcolo LA Reg a SINISTRA

$$R_{eqSx} = 10 - j5$$

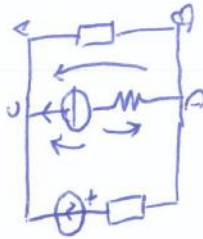
$$V_{CD} = \frac{\frac{-35 - j20}{10 - j5} + (4 + j3)}{\frac{1}{10 - j5} + \frac{1}{10 + j5}} = -12,5 V$$

$$V_{CD} = -5(4 + j3) + V_x = -12,5$$

$$\Rightarrow V_x = 32,5 + j15$$

$$S_G = V_x I^* = (32,5 + j15)(4 - j3) = 175 - 37,5j VA$$

$$V_{AB} = \frac{j20}{10 + j5} \cdot 12,5 = 10 + j20$$



3)

$$P_e = 160 kW$$

$$\cos \varphi = 0,2$$

$$Q_e = 210 kVAR$$

MODULO BATTERIA

$$V_e = 400 V$$

$$Q = -160 kW \left(0,2 - \frac{210}{160} \right) = -178 kVAR$$

$$7 \cdot 25 kVAR + 1 \cdot 5 kVAR$$

$$Q_D = 210 - 180 = 30 kVAR$$

$$I_L = \frac{\sqrt{33^2 + 160^2} \cdot 10^3}{400 \sqrt{3}} = 235 A$$



- I DUE TRASFORMATORI DEVONO AVERE LA STESSA TENSIONE DI PORTO CIRCUITO E LO STESSO FATTORE DI POTENZA NELLA PROVA IN PORTO CIRCUITO

6) LA PORTATA DI UNA CONDUTTORE, INDICATA CON IL SIMBOLO I_2 È DEFINITA COME "IL MASSIMO VALORE DELLA CORRENTE CHE PUÒ FLUIRE IN ESSA IN REGIME PERMANENTE ED IN DETERMINATE CONDIZIONI SENZA CHE LA SUA TEMPERATURA SUPERI UN VALORE SPECIFICATO". I FATTORI DA CUI DIPENDE SONO

- DAL TIPO DI CONDUTTORE
- DALLE CONDIZIONI DI POSA
- DAI CONDUTTORI AD ESSO VICINI

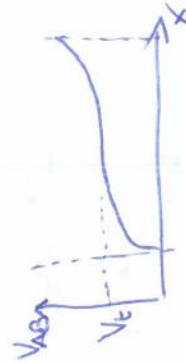
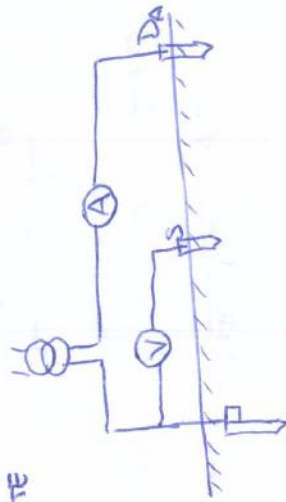
FATTORE CORRETTIVO

$$I_2 = I_0 K_1 K_2$$

↑
DIPENDE
DALLA
TEMPERATURA

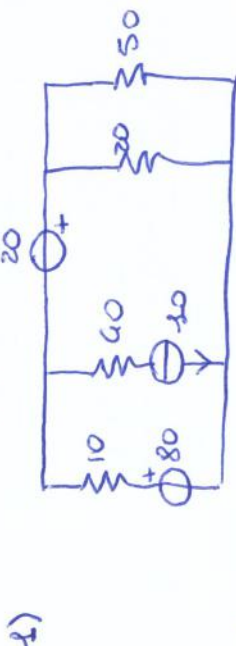
←
PRESENZA DI
ALTRI CAVI
VICINI

7) TRAHITE UN TRASFORMATORE DI ISOLAMENTO, O UNA SORGENTE AUSILIARIA, VIENE FATTA CIRCOLARE NEL TERRENO TRA L'IMPIANTO DI TERRA E UN DISPENSORE AUSILIARIO DA, POSTO AD UNA DISTANZA PARI AD ALMENO 5 VOLTE LA MAGGIORE DIMENSIONE LINEARE DELL'IMPIANTO STESSO, UNA CORRENTE DI PROVA I_t . LA TENSIONE V_t VIENE MISURATA TRA IL NODO DI TERRA ED UNA SONDA A PICCHETTO S. AUONTANANDO PROGRESSIVAMENTE LA SONDA DALL'IMPIANTO, LA TENSIONE MISURATA CRESCE FINO A RIMANERE PRATICAMENTE COSTANTE



TENSIONE TOTALE DI TERRA V_t È LA DIFFERENZA DI POTENZIALE TRA IL DISPENSORE E QUESTA IPOTETICA SUPERFICIE DI RAGGIO INFINITO

ESAME 26/2/2016



A) CALCOLO LA RESISTENZA A DX

$$R_{eq} = \frac{50 \cdot 20}{50 + 20} = 14 \text{ A}$$

$$V_{AB} = \frac{80}{10} - 10 - \frac{20}{14} = -20 \text{ A}$$

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{14}$$

IL SISTEMA È

$$V_{AB} = -40 \cdot 10 + V_X = 20$$

$$V_X = 420 \text{ V}$$

$$P = V_X \cdot I = 420 \cdot 10 = 4200 \text{ W}$$

B)



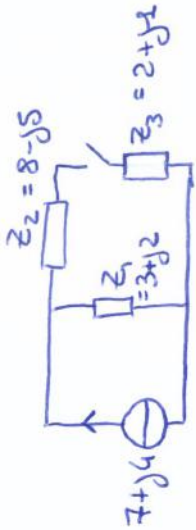
ALTERNATIVAMENTE CON MILIUMAN

$$V_{CB} = \left(\frac{80}{10} - 10 \right) / \frac{1}{10} = -20$$

$$R_{eq} = 10 \Omega$$

$$P = 0$$

2)

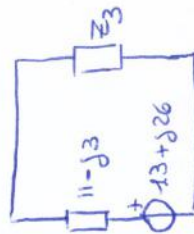


A) $R_{eq} = 3 + j2$

$$E_{eq} = (3 + j2) \cdot (7 + j4) = 13 + j26 \text{ V}$$

$$R_{eq} = (3 + j2) + (8 - j5) = 11 - j3 \Omega$$

B)



$$I = \frac{V}{R} = \frac{13 + j26}{11 - j3 + 2 + j7} = 0,67 + j2,10 \text{ A}$$

$$|I| = \sqrt{0,67^2 + 2,10^2} = 2,20$$

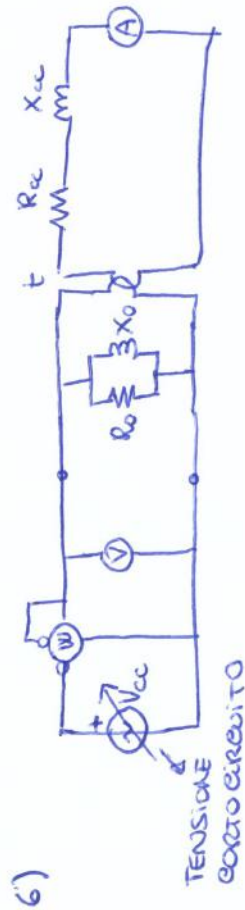
$$P = R \cdot I^2 = 2 \cdot 2,20^2 = 9,7 \text{ W}$$

$$Q = X \cdot I^2 = 1 \cdot 2,20^2 = 4,8 \text{ VAR}$$

5) I METODI PREVENTIVI CONTRO IL CONTATTO DIRETTO SONO:

- ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE → ISOLANTE CHE RACCONFE IL CONDUTTORE IN UN GAUO ELETTRICO
- BARRIERE, OSTACOLI E AUMENTAMENTI → COME LE CABINE ELETTRICHE CHE VENGONO POSTE A DISTANZA DA ENTRATE CONTATTI INDICAZIONI
- SEZIONAMENTO
- INDICAZIONE E SCHERMI → CHIAVE INDICAZIONI
- SUONE APPARECCHIATURE PREVIENE LE MANOVRE ERRATE

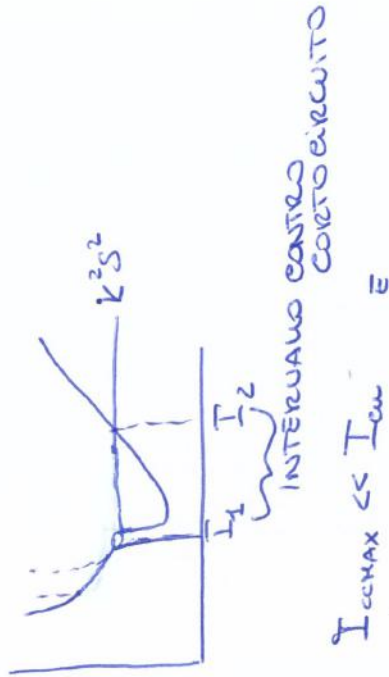
- IMPIEGO DI SISTEMI DI CATEGORIA ZERO



SI EFFETUA CORTOCIRCUITANDO I MORSETTI SECONDARI E AUMENTANDO IL PRIMARIO CON UNA TENSIONE RIDOTTA, V_{cc} . LA TENSIONE AL PRIMARIO VIENE FATTA CRESCERE FINO ALLA LETTURA DELL'AMPEROMETRO CHE INDICA LA CORRENTE NOMINALE SECONDARIA

SI RICAVANO R_{cc} E X_{cc}

7)

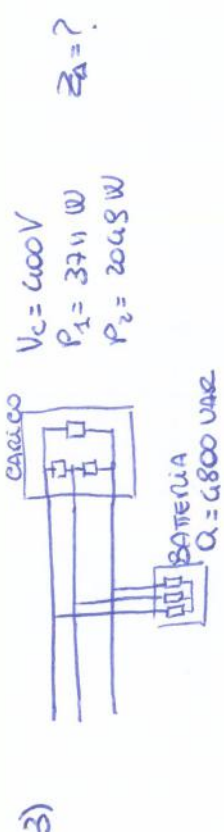


$$I_{ccMAX} < I_{cc}$$

$$\int_{t_0}^{t_1} i^2 dt \leq k^2 S^2$$

8) SISTEMA CATEGORIA ZERO, CORRENTE ALTA CONTINUA.

$$V_M \leq 120 V$$



$$P_c = P_1 + P_2 = 3711 + 2048 = 5760 W$$

$$Q_T = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = \sqrt{3} (3711 - 2048) = 2878,7 VAR$$

$$Q_T = Q_c + Q_e \Rightarrow Q_c = Q_T - Q_e = 2878,7 - (-4800) = 7678,7 VAR$$

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} = \sqrt{5760^2 + 7678,7^2} = 9588,9 VA$$

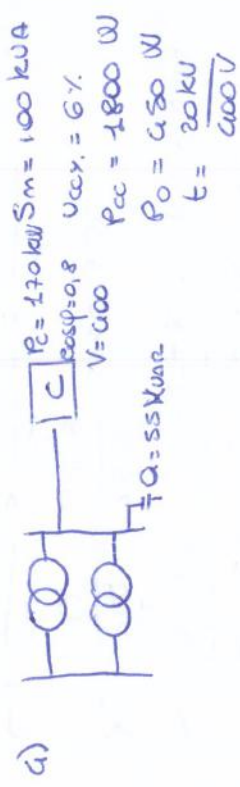
$$Z_Y = \frac{V_c}{S_c} = \frac{400}{9588,9} = 46,7 \Omega$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{Q_c}{P_c}\right) = \arctg\left(\frac{7678,7}{5760}\right) = 53,125^\circ$$

$$Z_Y = |Z_Y| \cos\varphi = 46,7 \cos 53,125 = 28 \Omega$$

$$+ |Z_Y| \sin\varphi = 46,7 \sin 53,125 = 38,4 \Omega$$

$$Z_\Delta = 3 Z_Y = 3 (28 + j38,4) = 84 + j115,2 \Omega$$



$$P_{TOT} = P_{cc} + P_{cc2} + P_{o1} + P_{o2} = 2 \cdot 1800 + 2 \cdot 450 = 4 kW$$

$$P_{\frac{I_L}{2}} = 3 \cdot R_{cc} \left(\frac{I_L}{2}\right)^2 = 3 \cdot 0,0289 \cdot \left(\frac{266,8}{2}\right)^2 = 1542 W$$

$$R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_{2m}^2} = \frac{1800}{3 \cdot 144^2} = 0,0289 \Omega$$

$$I_{2m} = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_c} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 144 A$$

$$S = \sqrt{3} V_c I_L \Rightarrow I_L = \frac{S}{\sqrt{3} V_c} = \frac{18486}{\sqrt{3} \cdot 400} = 266,8 A$$

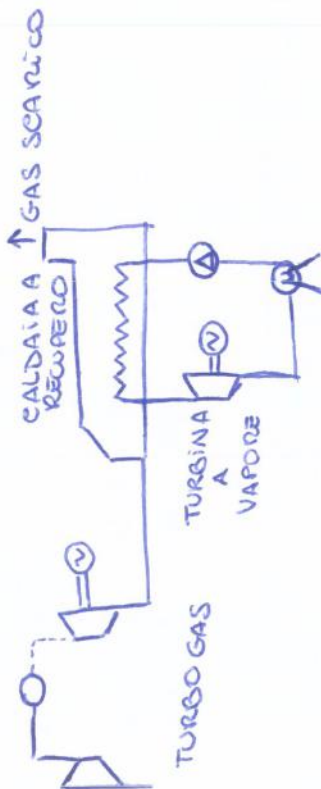
$$S = \sqrt{P_c^2 + Q_T^2} = \sqrt{170000^2 + 72638^2} = 184868 VA$$

$$Q_T = Q_c + Q_e = 127639 - 55000 = 72639 VAR$$

$$Q_c = P_c \tan\varphi = 170000 \cdot \tan 36,8 = 127639 VAR$$

$$\varphi = \arccos(0,8) = 36,8^\circ$$

5)



LA CENTRALE TURBOGAS A CICLO COMBINATO SONO FORNITE DALLE CENTRALI TERMoeLETTRICHE CON TURBINA A GAS E QUELLE A VAPORE. IL RENDIMENTO È PARI AL 60%. SE POI È UTILIZZATA ANCHE PER COGENERAZIONE SI GIUNGE A UN 87% DI RENDIMENTO COMPRESSO

7) LA PORTATA DI UNA CONDOTTURA, DESIGNATA CON IL SIMBOLO I_2 , È DEFINITA COME "IL VALORE MASSIMO DELLA CORRENTE CHE PUÒ FLUIRE IN ESSA, IN REGIME PERMANENTE ED IN DETERMINATE CONDIZIONI SENZA CHE LA SUA TEMPERATURA SUPERI UN VALORE SPECIFICO", È EVIDENTE CHE LA PORTATA DIPENDE QUINDI DAL TIPO DI CONDOTTORE CHE DALLE CONDIZIONI IN FOSA E IL NUMERO DI CONDOTTORE ATTIVI, CONTIGUI LA RELAZIONE CHE LEGA LA PORTATA BASE I_0 A QUELLA EFFETTIVA I_2 È:

$$I_2 = k_1 k_2 I_0$$

↳ LEGATO ALLA TEMPERATURA
 ↳ LEGATO ALLA PRESENZA DI PIÙ CAVI VICINI



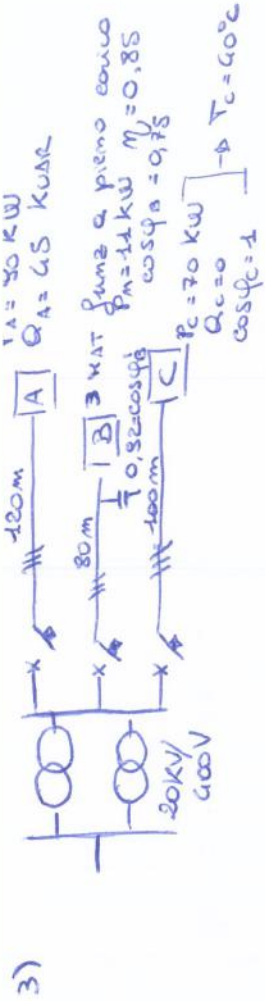
7) ISOLAMENTO FUNZIONALE → È L'ISOLAMENTO TRA PARTI ATTIVE IN TEN SIONE TRALORO ASSICURA IL NORMALE FUNZIONAMENTO DELL'APPARECCHIO HA NON LA SICUREZZA DELLE PERSONE

ISOLAMENTO PRINCIPALE → IMPEDISCE CHE LE PERSONE POSSANO VENIRE IN CONTATTO CON LE PARTI ATTIVE DELL'APPARECCHIO

ISOLAMENTO SUPPLEMENTARE → ISOLAMENTO AGGIUNTIVO ALL'ISOLAMENTO PRINCIPALE

DOPIO ISOLAMENTO → È COSTITUITO DALL'INSIEME DI ISOLAMENTO PRINCIPALE E QUELLO SUPPLEMENTARE

ISOLAMENTO RINFORZATO → SOSTITUISCE IL DOPIO ISOLAMENTO GARANTENDO IL MEDESIMO GRADO DI PROTEZIONE.



A) $I_A = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{\sqrt{90^2 + 45^2} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 145 \text{ A}$

$I_B = \frac{P_B}{\sqrt{3} V_m \cos \varphi} = \frac{38823}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 61 \text{ A}$

$P_B = 3 \frac{P_m}{\eta} = 3 \frac{11000}{0,85} = 38823 \text{ W}$

$I_C = \frac{S_m}{\sqrt{3} V_m} = \frac{P_C}{\sqrt{3} V_m} = \frac{70000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 101 \text{ A}$

B) $I_m^A = 160 \text{ A}$
 $I_m^B = 80 \text{ A}$
 $I_m^C = 125 \text{ A}$

$I_0 = 171$
 $I_0 = 88$
 $I_0 = 171$

$I_2 = 171$
 $I_2 = 88$
 $I_2 = 171$

$S_m = 70 \text{ mm}^2$
 $S_m = 25 \text{ mm}^2$
 $S_m = 70 \text{ mm}^2$

B) $V_{AB} = 10 \cdot I_R = 10 \cdot 10 = 100 \text{ V}$

$I_C = \frac{100}{-\sqrt{2}0} = \sqrt{2} \text{ A}$ $I_C = \frac{100}{\sqrt{2}0} = -\sqrt{2} \text{ A}$

C) $P_{200V} = VI = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ W}$

$Q_{200V} = 0$

5) LE CENTRALI IDRAULICHE DI POMPAGEO SONO CENTRALI A SERBATOIO PRIVE DI UN PROPRIO BACINO IMBRUFERO, CIOE PRIVE DI UN SIGNIFICATIVO APPORTO NATURALE DI ACQUA. SONO DOTATE DI DUE SERBATOI, UNO A MONTE ED UNO A VALLE E SONO EQUIPAGGIATE CON GRUPPI REVERSIBILI CHE POSSONO FUNZIONARE SIA COME MOTORE - POMPA O SIA ASSORBIRE ENERGIA ELETTRICA PER PORTARE L'ACQUA DAL BACINO DI VALLE A QUELLO DI MONTE OPPURE COME TURBINA - ALTERNATORE CHE E' UNA RISERVA DI ENERGIA POTENZIALE CHE PUO' ESSERE RICONVERTITA IN ELETTRICA

6) MASSE -> SONO PARTI CONDUTTRICI, APPARTENENTI ALL'IMPIANTO ELETTRICO E SITUATE A PORTATA DI MANO, CHE NON SONO IN TENSIONE TRA DI LORO O VERSO TERRA, IN CONDIZIONI NORMALI MA CHE POSSONO ANDARE IN TENSIONE A CAUSA DI UN CEDIMENTO DELL'ISOLAMENTO PRINCIPALE

MASSE -> SONO PARTI CONDUTTRICI, NON APPARTENENTI ALL'IMPIANTO ELETTRICO E SITUATE A PORTATA DI MANO CHE POSSONO ASSUMERE IL POTENZIALE DI TERRA O ALTRO POTENZIALE

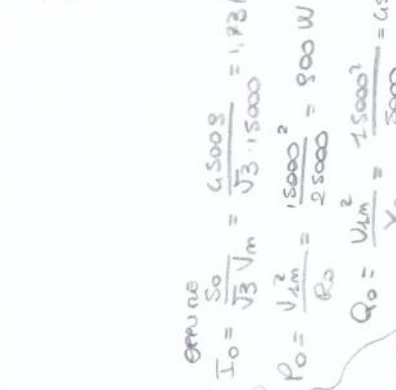
$$V_{CO} = I_g \cdot Z_{PE} = 4,34 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0,434 \text{ V}$$

c) $I_g > I_m$ -> IN QUESTO CASO NO QUINDI NON INTERVIENE IL RISK TERMICO

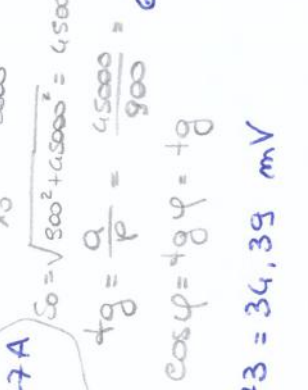
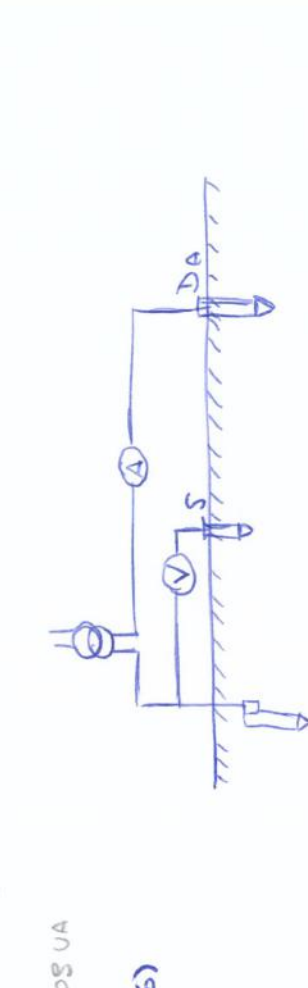
$I_g < I_m$ -> NON INTERVIENE IL MAGNETICO

$I_g > I_m$ -> INTERVIENE IL DIFFERENZIALE

5) LE CENTRALI TERMOELETTRICHE SONO CARATTERIZZATE DA TEMPI DI AVVIAMENTO LUNGHETTI (DA ALCUNE ORE SE AVVIATE A CALDO FINO AD ALCUNE DECINE DI ORE SE AVVIATE A FREDDO), DETERMINATE DALLE COSTANTI DI TEMPO DI COMPONENTI E DALLA NECESSITÀ DI PORTARE IL VAPORE IN PRESSIONE. PER LE CENTRALI IDROELETTRICHE TEMPI DI AVVIAMENTO BREVI (NON SUPERANO LA DECINA DI MINUTI IN QUANTO L'ENERGIA PUÒ ESSERE ACCUMULATA E TRASPORTATA IN ENERGIA ELETTRICA SECONDO LA NECESSITÀ.



4) $I_0 = \frac{S_0}{\sqrt{3} V_m} = \frac{45000}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 1,73 \text{ A}$
 $P_0 = \frac{V_{1m}^2}{R_0} = \frac{15000^2}{25000} = 900 \text{ W}$
 $Q_0 = \frac{V_{1m}^2}{X_0} = \frac{15000^2}{5000} = 45000 \text{ VAR}$
 $S_0 = \sqrt{900^2 + 45000^2} = 45000 \text{ VA}$
 $\text{tg } \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{45000}{900} = 50$
 $\cos \varphi = \text{tg } \varphi = \text{tg } 90^\circ = 0$



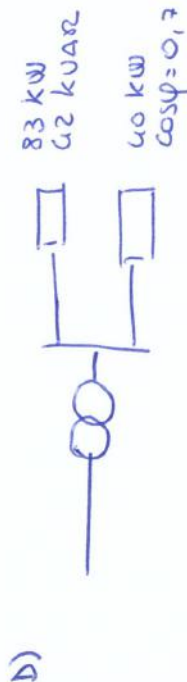
VIENE FATTA CIRCOLARE CORRENTE NEL TERRENO TRA L'IMPianto DI TERRA E UN DISPERSONE AUSILIARIA DA LA TENSIONE V_t
 VIENE MISURATA TRA IL NODO DI TERRA E UN SONDA A PICCHETTO S.

AUONTANANDO PROGRESSIVAMENTE LA SONDA DALL'IMPAL LA TENSIONE MISURATA CRESCE FINO A RIMANERE PRATICAMENTE COSTANTE
 LA RESISTENZA DI TERRA È MISURATA COME $R_t = \frac{V_t}{I_t}$

$X_{\Delta} = 0,075 \cdot 1 \cdot 250 = 18,775 \text{ m}\Omega$ / $R_{\Delta} = 0,24 \cdot 250 = 60,25 \text{ m}\Omega$

$$AV = \frac{60,25 \cdot 83 + 18,775 \cdot 42}{400^2} \cdot 100 = 3,6 \% < 4 \%$$

VA BENE!



$P_{TOT} = 83 + 40 = 123 \text{ kW}$

$$S_{TOT} = \frac{P_{TOT}}{\cos \phi_D} = \frac{123 \cdot 10^3}{\cos(\arctan 0,2)} = 125435 \text{ VA} = 125 \text{ kVA}$$

DA TABELLA DEI TRASFORMATORI guardo il valore subito superiore a 125 che è 160 kVA ed è questa la scelta del trasformatore.

e) con 160 kVA DA TABELLA OTTENGO DOPO VARI PASSAGGI
 $R_{cc} = 14 \text{ m}\Omega$
 $X_{cc} = 58 \text{ m}\Omega$

QUINDI LINEA TRIFASE SENZA NEUTRO

$$I_{CCMAX} = \frac{V/\sqrt{3}}{|Z_{TRAF}|} = \frac{400/\sqrt{3}}{\sqrt{14^2 + 58^2} \cdot 10^3} = 3,1 \text{ kA}$$

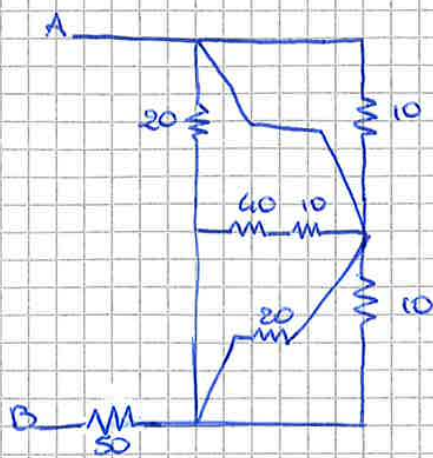
↑
 INIZIO LINEA CC TRIFASE

$$I_{CCMIN} = \frac{V}{2|\bar{Z}_{TRA} + \bar{Z}_L|} =$$

↑
 FONDO LINEA FASE FASE

$$= \frac{400}{2\sqrt{14 + j58 + (0,24 + j0,075)} \cdot 10^3} = 1,8 \text{ kA}$$

1,3



è in parallelo a un corto circuito quindi non si conta

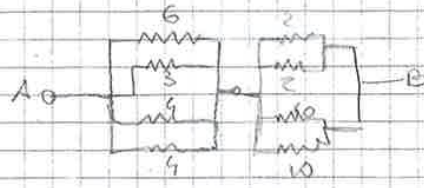
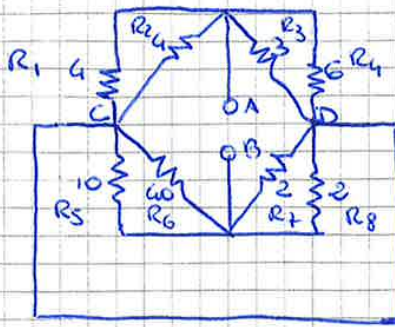
$$R_{||} = \frac{20 \cdot 10}{20 + 10} = 6,66 \Omega$$

$$R_s = 40 + 10 = 50 \Omega$$

$$R_{||} = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{50} + \frac{1}{6,66}} = 4,5 \Omega$$

$$R_s = 50 + 4,5 = 54,5 \Omega$$

3) calcolare la resistenza equivalente ai morsetti AB

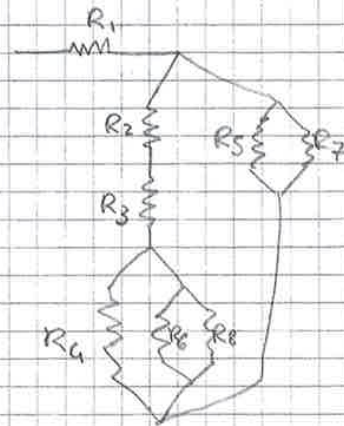
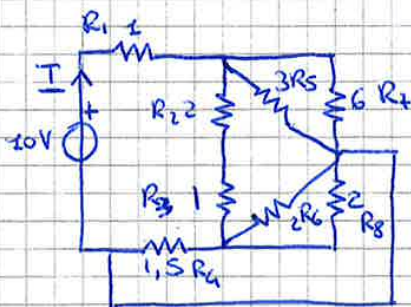


$$R_{1234//} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = 1 \quad \begin{array}{c} 1 \\ \text{---} \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} 0,88 \\ \text{---} \\ 0,88 \end{array}$$

$$R_{5678//} = \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{40} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = 0,88$$

$$R_{eq} = R_{1234//} + R_{5678//} = 1 + 0,88 = 1,88 \Omega$$

4) calcolare la resistenza equivalente dai morsetti del generatore e la corrente da esso erogata



$$R_{6//8} = \frac{R_6 \cdot R_8}{R_6 + R_8} = \frac{6 \cdot 2}{6 + 2} = 1$$

$$R_{4//68} = \frac{R_4 \cdot R_{68}}{R_4 + R_{68}} = \frac{1,5 \cdot 1}{1 + 1,5} = 0,6$$

$$R_{23468} = R_2 + R_3 + R_{468} = 2 + 1 + 0,6 = 3,6$$

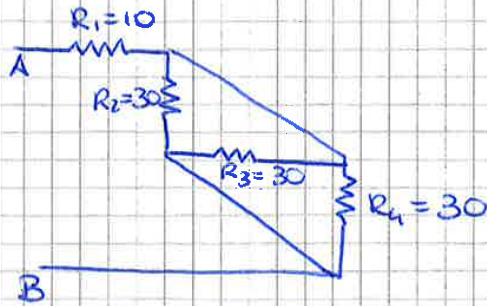
$$R_{5//7} = \frac{R_5 \cdot R_7}{R_5 + R_7} = \frac{3 \cdot 2}{3 + 2} = 1,2$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2,286} = 4,37 \text{ A}$$

$$R_{23468//57} = \frac{3,6 \cdot 1,2}{3,6 + 1,2} = 1,286$$

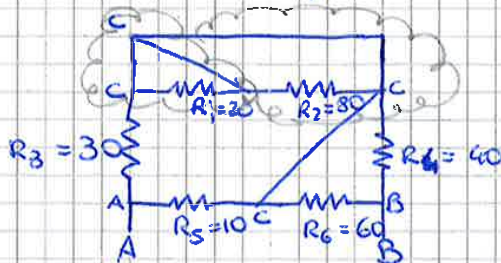
$$R_{eq} = 1,286 + R_1 = 1,286 + 1 = 2,286 \Omega$$

3) determinare la resistenza equivalente tra i punti A e B



20 Ω

4) determinare la resistenza equivalente tra i punti A e B



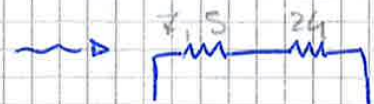
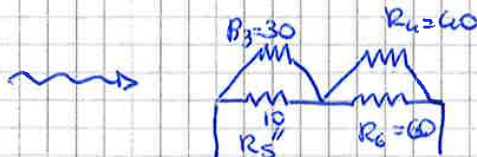
LA RESISTENZA IN UN CORTO CIRCUITO È ∅

tra R_5 e il corto circuito e R_2 e il corto circuito, entrambi in parallelo, si ha:

$$\frac{20 \cdot 0}{20 + 0} = 0$$

$$\frac{30 \cdot 0}{30 + 0} = 0$$

si risolve come



$$R_{5||3} = \frac{30 \cdot 10}{30 + 10} = 7,5$$

$$R_{eq} = 7,5 + 24 = 31,5 \Omega$$

$$R_{6||4} = \frac{40 \cdot 60}{40 + 60} = 24$$