ELETTROTECNICA N NODI L RAMI

I PdK la somma delle correnti attraverso una maglia è ZERO ($n-1$ eq lin ind)

II PdK la somma algebrica delle cadute di tensione dei rami di una maglia è ZERO ($R-M+1$ eq lin ind)

ELETTROTECNICA

RESISTORE $R = \frac{V}{I}$ $[\Omega] = \left[\frac{V}{A}\right]$ $R = \rho \frac{l}{S}$ ρ = RESISTIVITÀ

oppure FORMA INVERSA $G = \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$ $[\Omega^{-1}] = [S]$ CONDUTTANZA

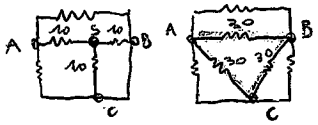
POTENZA → $= Ri^2 \geq 0$ → $GV^2 \geq 0$ } sempre assorbita

se $R = 0$ → $V = RI = 0$ → $i = 0$ CIRCUITO NULLO, con $G = 0$ circuito aperto

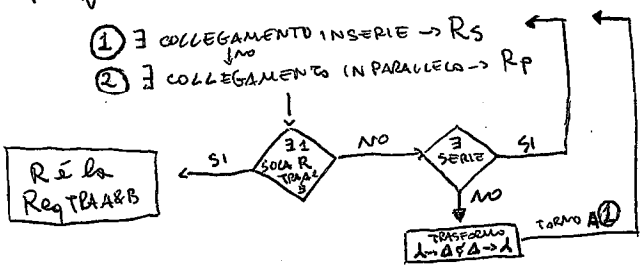
SERIE $R_S = \Sigma R$

PARALLELO $R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

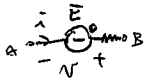
T = TRIANGOLO S = STELLA → se → $R_{T1} = R_{T2} = R_{T3} = R_T$ → $R_S = \frac{R_T}{3}$; → $R_{S1} = R_{S2} = R_{S3} = R_S$ → $R_T = 3R_S$



Per fare esercizi con circuiti seguire diagramma di FLUSSO



GENERATORE DI TENSIONE



→ $V = E$ caso ideale $V = E - Ri \sim E$ (Ri = caduta)

POTENZA $P = Vi = Ei = \begin{cases} >0 \text{ erogato} \\ =0 \\ <0 \text{ assorbita} \end{cases}$

ENERGIA $\int_{-\infty}^{t} P(t)dt = \int_{-\infty}^{t} Ei\,dt \lessgtr 0$

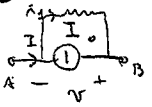
$E = 0$ → CORTOCIRCUITO

in SERIE $E_S = \Sigma E$ FARE ATTENZIONE AL PALLINO per + e − nella SOMMATORIA

in PARALLELO <=> PALLINO NELLA STESSA DIR. - SENNÒ LO BRUCIO



GENERATORE DI CORRENTE mantiene I nel ramo in cui è INSERITO



$i = I + i_1 = I + VG \sim I$ (Ohm)

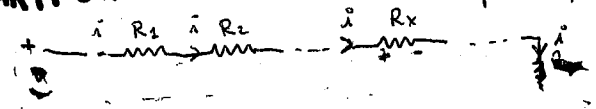
se $I = 0$ → CIRCUITO APERTO

POTENZA → $P = VI \begin{cases} \geq 0 \text{ erogato} \\ =0 \\ <0 \text{ ASSORBITA} \end{cases}$

$W = \int_{-\infty}^{t} P(t)dt = \int_{-\infty}^{t} VI\,dt \begin{cases} >0 \\ =0 \\ <0 \end{cases}$

PARALLELO $I_P = \Sigma I$ occhio al PALLINO

PARTITORE DI TENSIONE
METODO per ripartizione di tensione su singoli R_x in SERIE

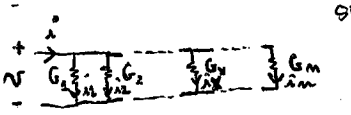


$V_x = R_x \cdot i \quad \rightarrow \quad V_x = \frac{R_x V}{R_s}$

$i = \frac{V}{R_s} \quad (V = R_s \cdot i)$

$$V_x = \frac{R_x V}{\sum_{j=1}^{n} R_j}$$

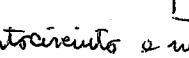
PARTITORE DI CORRENTE
Metodo per calcolare la RIPARTIZIONE DI CORRENTE SUI SINGOLI RESISTORI IN PARALLELO



$i_x = G_x V \;\&\; i = G_p V \quad (G = \frac{1}{R}) \qquad i_x = \frac{G_x}{G_p} i$

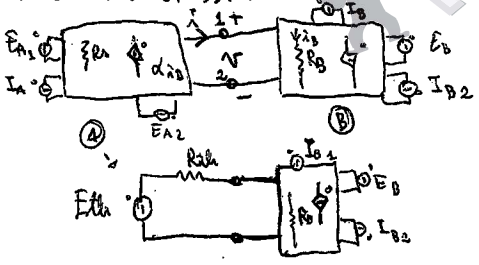
$$i_x = \frac{G_x}{\sum_{j=1}^{n} G_j} i$$

se in parallelo ho un cortocircuito tutta la corrente va nel cortocircuito e negli altri rami non ho nulla es: $\frac{G_x}{\infty} = 0$ nulla $\quad i_{cc} = \frac{\infty}{\infty} \cdot i = 1 \cdot i \quad G_{cc} \to \infty$



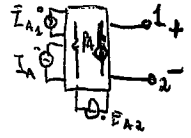
TEOREMA DI THEVENIN
consente di determinare un circuito indipendente dalla rete nel suo in cui ci sono generatori indipendenti

SI USA CON GROSSA RETE COMPLICATA DA RISOLVERE → DEVE ESSERE LINEARE E ISOLATO se ho i_B e α_{i_B} non lo è perché una grandezza in A dipende da una in B

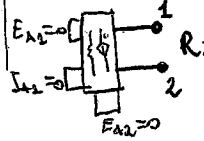


SOSTITUISCO AD (A) un generatore di TENSIONE

semplificazione della



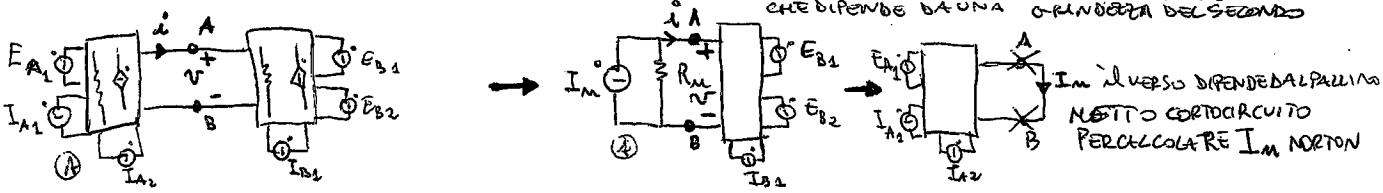
QUANDO CALCOLO LA RESISTENZA R_{th} i generatori sono tutti nulli



cioè stacco il circuito in 1 e 2 e sostituisco i gen nulli e calcolo R_{eq}

TEOREMA DI NORTON
consente di determinare un circuito con gen ind, elementi lineari...)

↳ consente di SOSTITUIRE UN GENERATORE DI CORRENTE → NON POSSO AVERE GEN PILOTATO NEL PRIMO SEMICIRCUITO CHE DIPENDE DA UNA GRANDEZZA DEL SECONDO



I_m il verso dipende dal pallino

NETTO CORTOCIRCUITO PER CALCOLARE I_m NORTON

e come per Th metto i generatori = 0 per calcolare R_m

• con gen Pilotati di tensione posso sostituirli con un gen di corrente e si può fare il contrario

dove I = $\frac{\text{TENS.}}{\text{RES.}}$

MODELLO TABLEAU
sistema di "n" eq lin ind nelle "n" incognite corrispondenti alle "n" correnti di rami "incognite" di un circuito

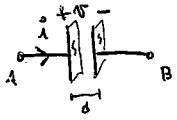
I pdK → n-1 eq lin ind nelle correnti di rami "n"

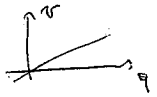
II pdK → n-n+1 eq lin ind da esprimere tramite le eq costitutive

master COPY
master COPY COPISTERIA

CONDENSATORE

riferimenti $\{v, i\}$ associati Eq costitutiva $vC = q$ (esprimo v)





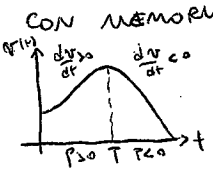
C [Farad] negli es lab μF cioè 10^{-6} F

$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} = \varepsilon \frac{S}{d}$ ε = cost dielettrica (vuoto, rel)

SE IN FUNZIONE DEL TEMPO

$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{dv}{dt}$ & $\int_0^t i\,dt = C\left[v(t) - v(0)\right]$ cioè $v(t) = v(0) + \frac{1}{C}\int_0^t i\,dt$

CON MEMORIA



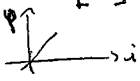
POTENZA $P = vi = vC\frac{dv}{dt}$

ENERGIA $W = \int_{-\infty}^{t} P(t)\,dt = \int_{-\infty}^{t} Cv\frac{dv}{dt}\,dt = C\left[\frac{v^2(t)}{2} - \frac{v^2(-\infty)}{2}\right] \geq 0$

PASSIVO & REATTIVO

INDUTTORE

riferimenti $\{v, i\}$ associati $\Phi_c(t) = L\,i(t)$ L induttore [H] Henry





lines. flusso magn.

$\Phi_{cS} = \int_S \vec{B}\,d\vec{s} = \int_S \mu \vec{H}\,d\vec{s} = \int_S \mu H\,ds = B \cdot S$

INDUTTANZA $L = \mu \frac{S}{l} N^2$ (N → numero spire, l → lunghezza, S area)

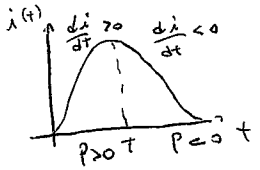
$v = -\frac{d\Phi_c}{dt} \Rightarrow v = \frac{d(Li)}{dt} = L\frac{di}{dt}$ LINEARE, tempo invariante

se $i(t) = k \Rightarrow v(t) = 0 \Rightarrow$ CORTOCIRCUITO

al posto di avere un induttore a corrente costante ho un C.C. con il condens. è come avere un circuito aperto

$\int_0^t v\,dt = \int_0^t L\frac{di}{dt}\,dt = L\left[i(t) - i(0)\right]$ $\Big|$ $i(t) = i(0) + \frac{1}{L}\int_0^t v\,dt$ $\Rightarrow$ HA MEMORIA

POTENZA $P = vi = L\frac{di}{dt}\cdot i$

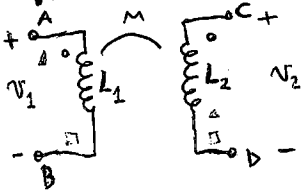


$P > 0$ ASSORBITA
$P < 0$ EROGATA

ENERGIA $W = \int_{-\infty}^{t} P(t)\,dt = \int_{-\infty}^{t} Li\frac{di}{dt}\,dt = L\left[\frac{i^2(t)}{2} - \frac{i^2(-\infty)}{2}\right] \geq 0$

INDUTTORI MUTUAMENTE ACCOPPIATI

Rif associati $\{v, i\}$



$\Phi_{\varepsilon 1} = \int_S \mu H_{TOT1}\,dS_1$, $\vec{H}_{TOT1} = \vec{H}_{\varepsilon 11} + \vec{H}_{\varepsilon 21}$

$\Phi_{\varepsilon 2} = \int_S \mu H_{TOT2}\,dS_2$, $\vec{H}_{TOT2} = \vec{H}_{\varepsilon 12} + \vec{H}_{\varepsilon 22}$

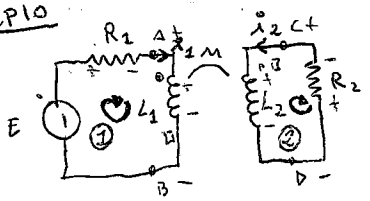
$v_1 = \frac{d\Phi_{\varepsilon 1}}{dt}$ & $v_2 = \frac{d\Phi_{\varepsilon 2}}{dt}$

$v_1 = L_1\frac{di_1}{dt} \pm M\frac{di_2}{dt}$ $M = \int_S H_{\varepsilon 12}\,dS_1$

$v_2 = L_2\frac{di_2}{dt} \pm M\frac{di_1}{dt}$ $M = \int_S H_{\varepsilon 12}\,dS_2$

M è una cosa speciale??

ESEMPIO



tra A e B, v_1
tra C e D, v_2

MAGLIA 1 : $-E + R_1 i_1 + v_1 = 0$ con $v_1 = L_1\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_2}{dt}$

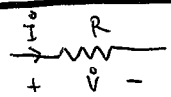
$\Rightarrow -E + R_1 i_1 + L_1\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_2}{dt}$

MAGLIA 2 : $-v_2 - R_2 i_2 = 0$ con $v_2 = L_2\frac{di_2}{dt}$

$\Rightarrow -L_2\frac{di_2}{dt} - R_2 i_2 = 0$

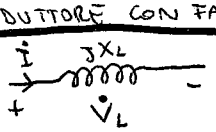
REGIME SINUSOIDALE tutte le grandezze di rete hanno un andamento nel tempo di tipo SINUSOIDALE con la stessa FREQUENZA o pulsazione

RESISTORE con FASORE



$\dot{V} = R\dot{I}$

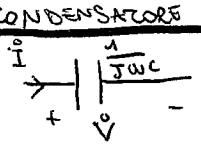
INDUTTORE CON FASORE



$\dot{V}_L = j\omega L\dot{I} = jX_L\dot{I}$ $\quad X_L = \omega L$ REATTANZA INDUTTIVA

$= X_L I_m e^{j(\alpha+\frac{\pi}{2})}$

CONDENSATORE CON FASORE



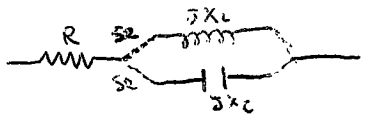
$\dot{V}_C = \frac{\dot{I}}{j\omega C} = -jX_C\dot{I}$ $\quad X_C = \frac{1}{\omega C}$ REATTANZA CAPACITIVA

$= X_C I_m e^{j(\alpha-\frac{\pi}{2})}$

$\bar{Z}$ IMPEDENZA $\dot{V} = \bar{Z}\dot{I}$ ho $(\dot{V} = R\dot{I},\ \dot{V}_L = jX_L\dot{I},\ \dot{V}_C = -jX_C\dot{I})$

$Z_R = R \qquad \vec{Z}_L = jX_L \qquad Z_C = jX_C$

$\bar{Z}$ impedenze in serie $\bar{Z}_S = \sum_{i=1}^{n} \bar{Z}_i$



$\dot{V} = \bar{Z}\dot{I} = (R + jX_L)\dot{I}$

$\dot{V} = \bar{Z}\dot{I} = (R - jX_C)\dot{I}$

$\bar{Z} = R \pm jX = \sqrt{X^2+Y^2}\, e^{\pm j \arctan\frac{X}{R}} = Ze^{j\varphi}$

$\bar{Z}$ impedenze in parallelo, IN PARALLELO SERVONO GLI INVERSI $\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\bar{Z}} = \bar{Y}\dot{V}$ $\quad \bar{Y} = G \mp jB$ (CONDUTTANZA equivalente; SUSCETTANZA equivalente)

AMMETENZA

$\vec{Z}_L = jX_L \to \bar{Y}_L = \frac{1}{jX_L} = -jB_L$ $\quad | \quad Z_C = jX_C \to \bar{Y}_C = \frac{1}{jX_C} = -jB_C$ $\quad | \quad Z_R = R \to Y_R = \frac{1}{R} = G$

$\bar{Y}_P = \sum_{i=1}^{n} Y_i \quad \Rightarrow \quad \dot{I} = Y\dot{V} = (G \mp jB)\dot{V}$

$\bar{Y} = G \mp jB \quad \Rightarrow \bar{Z} = \frac{1}{G \mp jB}$

POTENZA ISTANTANEA $p(t) = v(t)\, i(t)$

POTENZA COMPLESSA $\bar{S} = \dot{V}\dot{I}^*$ $\quad \to$ FASORE DI TENSIONE e FASORE DI CORRENTE COMPLESSI

$= P + jQ$

$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \qquad I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

POT. ATTIVA $P = RI^2$

POT. REATTIVA $Q = \pm XI^2$ se ho $\bar{Y} = G \mp jB$ $\to P = GV^2$, $\to Q = \pm BV^2$

$P_A = VI = YV^2$

RESISTORE POTENZE

$P = RI^2 = GV^2$

$Q = 0$ sempre

$P_A = VI = P = RI^2 = GV^2$

INDUTTORE POTENZE

$P = 0$ sempre

$Q = VI = X_L I^2 = BV^2$

$P_A = Q = X_L I^2 = BV^2$

CONDENSATORE POTENZE

$P = 0$ sempre

$Q = -VI = -X_C I^2 = -B_C V^2$ SEMPRE NEGATIVO

$P_A = Q = X_C I^2 = B_C V^2$

master COPY COPISTERIA

TEOREMA DI TELLEGAN

La somma per tutti le potenze istantanee di rami di un circuito è nulla

ciò $\sum_{j,k=1}^{m} v_{jk}\, i_{jk} = 0$ (Pot. IST)

TEOREMA BOUCHEROT

in un circuito a regime sinusoidale Patt e Reattiva erogate devono essere uguali alla somma di potenze ATT. e REATT. in ogni componente del circuito

$$\sum_{j,k=1}^{m} \dot{V}_{jk} I_{jk} = 0 \quad ; \quad \sum_{j,k=1}^{m} \dot{V}_{jk} \dot{I}^{*}_{jk} = 0$$

esempio 

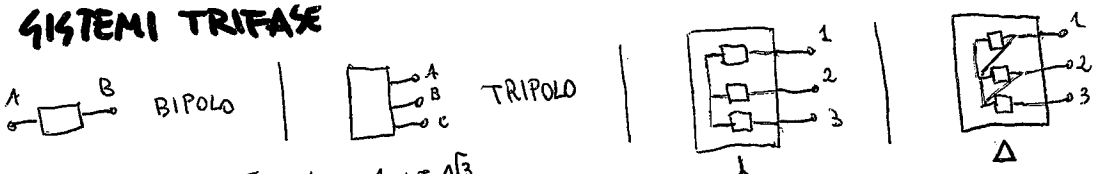
→ $\dot{V}_{jk} = \bar{Z}_{jk}\dot{I}_{jk} - \dot{E}_{jk}$

IN PARTICOLARE:

(P) POTENZA ATTIVA $\sum_{j,k=1}^{m} P_{jk} = \sum_{j,k=1}^{m} R_{jk} I_{jk}^2$

(Q) POTENZA REATTIVA $\sum_{j,k=1}^{m} Q_{jk} = \sum_{j,k=1}^{m} X_{jk} I_{jk}^2$

SISTEMI TRIFASE

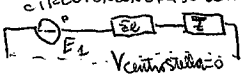


FATTORE DI ROTAZIONE $\alpha = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}_1}{\bar{Z}+\bar{Z}_0}$, $\dot{I}_2 = \frac{\dot{E}_2}{\bar{Z}+\bar{Z}_0} = \alpha\frac{\dot{E}_1}{\bar{Z}+\bar{Z}_0} = \alpha\dot{I}_1$, $\dot{I}_3 = \frac{\dot{E}_3}{\bar{Z}+\bar{Z}_0} = \alpha^2\frac{\dot{E}_1}{\bar{Z}+\bar{Z}_0} = \alpha^2\dot{I}_1$

POSSO STUDIARLO COSÍ perché simmetrico ed equilibrato

CIRCUITO MONOFASE EQUIVALENTE

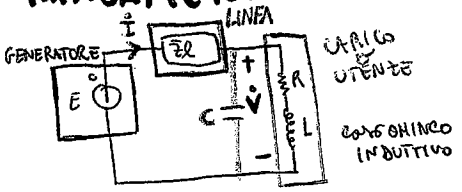


POTENZA

$P_{ATTIVA\ TOT} = P_1 + P_2 + P_3$

$Q_{REATT.\ TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

RIFASAMENTO



PER FARE IL RIFASAMENTO TOTALE FAI:

$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

FINE TEOREMI

master COPY