



Nunzio Siciliano (nunziato)

COME TI RISOLVO UNA RETE. TRE TEOREMI (2)

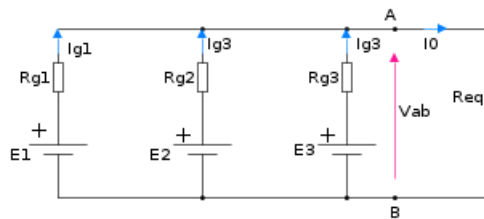
19 July 2013

[\(2 - Segue\)](#)

si prega di leggere in bianco e nero ed in atmosfera preta di fumo di sigaretta ...

Capitolo 4 - Millman.

Laura Lorentz osservò il circuito ridotto, dove al posto di tutte quelle resistenze ve ne era una sola: **equivalente**.



"Ed ora vediamo come risolvere con una formuletta questa rete!" Esclamai con un che di trionfante.

Tuttavia la ragazza continuava tenacemente a sostenere le sue tesi. "Voglio proprio vedere come fai senza Kirchhoff."

"Oh!" Esclamai ancora. "Non ho mai detto che non avrei usato Kirchhoff, ho detto solo che non risolvevo un complicato sistema di equazioni."

"Voglio proprio vedere." Disse, con saccenza, la ragazza.

"È una rete binodale (tutti i rami del circuito fanno capo a due nodi), applico il **Teorema di Millman**," nel frattempo stavamo dando fondo alla bottiglia di whisky, "questo teorema dice che posso sommare le correnti di cortocircuito di ciascun generatore (il rapporto tra la fem del generatore e la sua resistenza interna) e dividerla per la somma delle conduttanze di ogni singolo ramo (quindi la somma degli inversi delle resistenze), questa operazione mi dà proprio la tensione fra i due nodi, la relazione matematica è semplice," dissi, "appliciamola per calcolare la tensione fra i punti A e B:

$$V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_{g1}} + \frac{E_2}{R_{g2}} + \frac{E_3}{R_{g3}}}{\frac{1}{R_{g1}} + \frac{1}{R_{g2}} + \frac{1}{R_{g3}} + \frac{1}{R_{eq}}}$$

Dopo, applicando Kirchhoff, come vedi non posso farne a meno neanche io, posso scrivere, per ogni ramo, le seguenti equazioni:

$$E_1 - R_{g1} \cdot I_{g1} - V_{AB} = 0;$$

$$E_2 - R_{g2} \cdot I_{g2} - V_{AB} = 0;$$

$$E_3 - R_{g3} \cdot I_{g3} - V_{AB} = 0.$$

Dalle quali è semplicissimo ricavare le tre correnti:

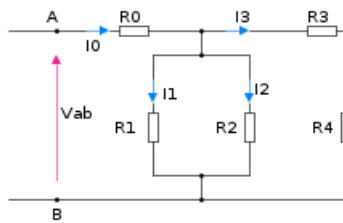
$$I_{g1} = \frac{E_1 - V_{AB}}{R_{g1}}; \quad I_{g2} = \frac{E_2 - V_{AB}}{R_{g2}}; \quad I_{g3} = \frac{E_3 - V_{AB}}{R_{g3}}$$

Infine la semplice applicazione della legge di Ohm permette di calcolare la I_0 :

$$I_0 = \frac{V_{AB}}{R_{eq}}.$$

"E le altre correnti?" Chiese Laura, cercando di mettermi in difficoltà.

Sorrisi e continuai. "Avresti questa situazione:



nella quale conosci oltre al valore delle resistenze anche quelle della tensione applicata e della corrente totale, cosa c'è di più semplice?" Ciò detto scrissi qualche relazione che avrebbe dovuto rispondere alla sua osservazione. "Con due semplici partitori di correnti, i partitori li conosci spero." Il cenno del capo mi fece capire che sì, li conosceva. "Quindi si può scrivere:

$$I_P = (I_1 + I_2) = I_0 \cdot \frac{R_3 + R_4}{(R_1 // R_2) + R_3 + R_4}$$

$$I_3 = I_0 \cdot \frac{R_1 // R_2}{(R_1 // R_2) + R_3 + R_4}$$

$$I_1 = I_P \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

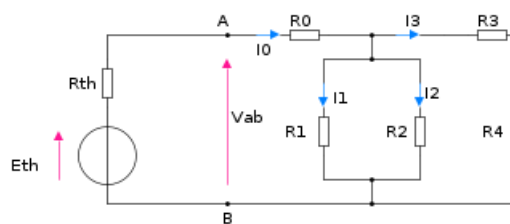
$$I_2 = I_P \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Così abbiamo risolto tutto." Conclusi tronfio. "E senza risolvere sistemi di equazioni." Puntualizzai.

Capitolo 5 - Thevenin.

Le poche gocce di whisky che erano rimaste indicavano che ormai non ero più completamente in possesso dei miei freni inibitori, quindi pur avendo risolto brillantemente il caso, non esitai a mostrare che avrei potuto giungere alla soluzione anche per altre vie.

"Ci sono altri metodi." Dissi. Laura Lorentz mi guardava con un misto di ammirazione e timore. "Userò questo stesso circuitino come esempio." Mi fermai qualche istante per tracciare un paio di circuiti e non badai molto a Laura che mi parve allontanarsi. Continuai. "Potremo risolvere anche questo circuito."

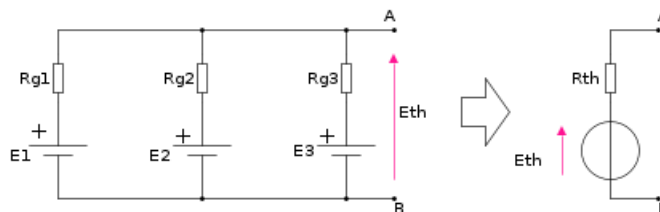


"E cosa sarebbero Eth e Rth?" Chiese allora laconica Laura.

"Il generatore e la resistenza equivalenti. Al posto dei tre generatori con resistenza se ne mette uno solo."

"Già," rispose sarcastica la ragazza, "E come ti calcoli questi **generatore e resistenza equivalenti?**"

Scoppiando in una fragorosa risata dissi: "Se è il caso anche con i principi di Kirchhoff!" Continuai. "L'idea è la stessa che ha permesso di considerare la sola **Req** invece del gruppo di resistenze, solo che ora semplifichiamo il gruppo di generatori, così:"



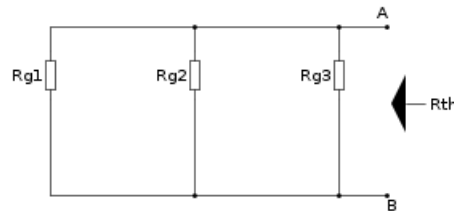
e per calcolare **E_{th}** e **R_{th}** si procede in modo semplice.

- Calcolo di **E_{th}**: dal circuito sopra disegnato si applicano le usuali leggi dell'elettrotecnica e si ricava la fem del generatore equivalente. Tu

applicheresti Kirchhoff, " feci un sorriso sarcastico, "io conosco Millman,

$$\text{quindi } E_{th} = \frac{\frac{E_1}{R_{g1}} + \frac{E_2}{R_{g2}} + \frac{E_3}{R_{g3}}}{\frac{1}{R_{g1}} + \frac{1}{R_{g2}} + \frac{1}{R_{g3}}}$$

- Calcolo di R_{th} : si "**spengono**" i generatori di tensione ovvero si cortocircuitano e si determina la resistenza equivalente dai punti A e B, cioè si considera questo:



da cui si ricava R_{th} come il semplice parallelo delle tre resistenze:

$$R_{th} = \frac{1}{\frac{1}{R_{g1}} + \frac{1}{R_{g2}} + \frac{1}{R_{g3}}}$$

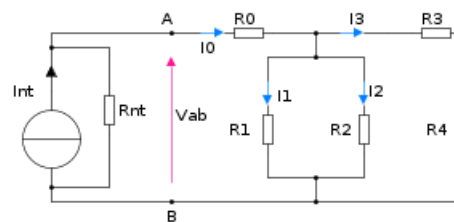
Ah! prima che lo chieda tu, qualora fossero presenti generatori di corrente questi si "**spengono**" aprendoli."

"In pratica," interruppe Laura, "per spegnere un generatore è necessario che venga meno la sua azione, quindi se genera tensione questa la si annulla cortocircuitandolo e se genera corrente la si annulla aprendolo. Come vedi so ragionare anche io."

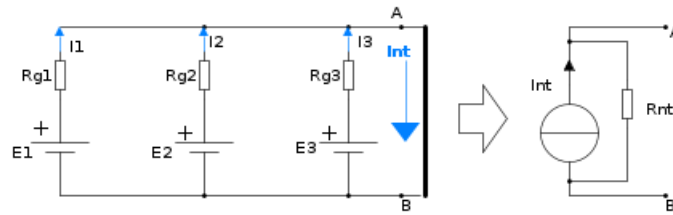
Sai ragionare un po' troppo pensai con una punta d'invidia. "Comunque fatte queste operazioni si ritorna al circuito che ti ho disegnato prima risolvibile semplicemente. E questo è il **teorema di Thevenin**."

Capitolo 6 - Norton.

Quando mi accorsi che i movimenti occulti di Laura erano serviti a procurare un'altra bottiglia di whisky che avevo prontamente scolato ero ormai senza freni così cominciai ad illustrare un terzo metodo. "Si può fare anche così," continuai:



Cioè inserire un generatore di corrente equivalente I_{nt} con una sua resistenza equivalente R_{nt} in parallelo, ricavabili dal seguente circuito:"



"E questa volta come la calcoli la tua corrente equivalente? Non sarò brava in elettrotecnica, ma se applichi il tuo *prezioso Millman*, puo calcolarti solo la tensione V_{AB} che sappiamo già ti viene fuori nulla visto che hai inserito un cortocircuito fra A e B."

"Con questa configurazione il calcolo è semplicissimo basta calcolare le correnti di *cortocircuito* di ogni singolo generatore e sommarle, così si ottiene **la I_{nt}** ."

Laura mi guardò come se stessi parlando arabo, e se non ne fossi stato innamorato sarei andato via senza più degnarla di uno sguardo, tuttavia l'unica cosa che mi venne in mente di fare in quel momento fu di prenderla in giro:

"Ma suvvia, risposi, applica Kirchhoff e risolvi il sistema." Mi lanciò uno sguardo bieco, io continuai. "Noterai che posso considerare tre maglie considerando il ramo con il cortocircuito e, di volta in volta, i tre rami col generatore, ho due nodi e ne devo considerare uno solo per cui il sistema è semplice, dovrò fare solo la somma di tre rapporti." Scoppiiai a ridere e mi resi conto che chiunque altro non avrebbe sopportato di essere preso in giro così, ne dedussi che anche lei si stava innamorando, o forse era semplicemente l'eccesso di alcool. "Il sistema è questo."

Conclusi scrivendolo.

$$\begin{cases} E_1 - R_{g1}I_1 = 0 \\ E_2 - R_{g2}I_2 = 0 \\ E_3 - R_{g3}I_3 = 0 \\ I_1 + I_2 + I_3 = I_{nt} \end{cases}$$

"Quindi $I_{nt} = \frac{E_1}{R_{g1}} + \frac{E_2}{R_{g2}} + \frac{E_3}{R_{g3}}$. È chiaro o devo farti tutti i passaggi?"

"Spiritoso."

"Oppure applico il principio di sovrapposizione degli effetti."

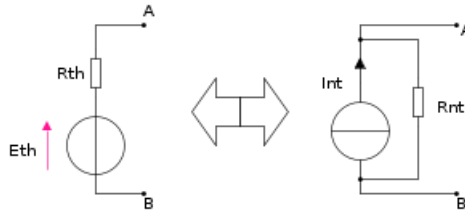
"Il che di che cosa?" disse stizzita Laura.

"Ne parleremo dopo se è il caso." Se ne avessi avuto il tempo forse avrei parlato di questo e di altro ma, per fortuna riuscii a star zitto.

"Infine per quando riguarda la R_{nt} si fanno le stesse identiche considerazioni fatte quando abbiamo applicato Thevenin. Anzi, possiamo dire che $R_{th}=R_{nt}$. Questo è il **teorema di Norton**"

Capitolo 7 - Caso Risolto.

Ero fiero di me stesso, avevo risolto il caso in tre modi diversi e senza dover ricorrere a sistemi di equazioni complicati. Poi per dimostrare la mia superiorità aggiunsi: "E sai cosa ti dico? che si può passare dal generatore equivalente di Thevenin a quello di Norton e viceversa con la semplice applicazione della legge di Ohm."



Le relazioni fra i due generatori equivalenti sono queste:

$$R_{th} = R_{nt}$$

$$I_{nt} = \frac{E_{th}}{R_{th}}$$

per passare dal generatore equivalente di Thevenin a quello di Norton

e

$$E_{th} = R_{nt} \cdot I_{nt}$$

per il viceversa.

"Ho risolto il caso." Conclusi. Ed ero fiero di me stesso ma, soprattutto, quasi ubriaco, le bottiglie di whisky scolate erano tre ormai.

Sì, lo reggo anche io l'alcool, non come quella dananta ragazza che mi aveva accompagnato nella bevuta e aveva bevuto più di me, ma un pochino lo reggo, ero ubriaco ma ancora capace di ragionare, certo, se avessi guidato e fosse esistito l'etilometro a quest'ora sarei in cella ma...

A quel punto mi sarei aspettato una qualche reazione da parte di Laura Lorentz, invece rimase lì a guardarmi. Troppo preso a risolvere il caso, a disegnare circuiti e scrivere relazioni non mi ero reso conto dei movimenti della ragazza, solo ora mi ero reso conto che aveva chiamato la signora Wheatstone la quale mi aveva osservato di soppiatto per tutto il tempo. Guardai le due donne senza che nessuno di noi dicesse una parola, poi sentii alle mie spalle una voce indubbiamente maschile.

"E bravo Marlohm. È riuscito dove anche io ho fallito."

Mi girai di scatto e vidi il professor Wheatstone, non che lo avessi incontrato prima ma l'avevo visto in fotografia quando avevo accettato il caso.

"Sarà!" dissi. "Ma tutto ciò cosa significa?"

Per tutta risposta Laura Lorentz mi venne incontro, si avvicinò a me, le sue labbra erano quasi attaccate alle mie, le sue mani erano appoggiate a me, già assaporavo il bacio ma all'ultimo istante sorrise e un lampo malvagio balenò nei suoi meravigliosi occhi, mi sistemò la cravatta, e sempre con la sua bocca quasi sulla mia disse: "Ci sei

cascato furbacchione!"

"Vede signor Marlohm," disse l'esimio profesoore, "non sapevamo come risolvere in maniera più semplice le reti elettriche, sapevamo che lei aveva possibilità di sbloccare il nostro lavoro e le abbiamo creato una trappola ad hoc. Ora conosciamo i suoi segreti."

Non risposi subito, essere stato preso per i fondelli non mi garbava ma mi garbava ancor meno dar loro soddisfazione.

"Se mi paga e mi cita nelle sue pubblicazioni poco importa." Dissi, trattenendomi per la rabbia.

Il Professore scoppiò in una sonora risata. "Pagarla? Citarla? Per cosa crede che le abbiamo teso la trappola? **Io sono il professor Wheatstone, nipote del famoso costruttore del ponte omonimo**, non mi abbasserò certo a chiedere aiuto. E se anche lei mi denunciasse chi avrebbe più credibilità? Io uno stimato studioso o lei uno pseudoinvestigatore semi alcolizzato? Mi creda Marlohm se va via è meglio."

Andai via, lasciai credere che avevo perso e mi ritiravo. In realtà avevo altre frecce al mio arco; correnti di Maxwell potenziale ai nodi, inoltre sono sicuro che avrebbero avuto serie difficoltà ad applicare Millman nel caso in cui su un ramo fosse stato presente un generatore di corrente e poi non sapevano quali resistenze erano trascurabili nella sua applicazione e, inoltre, non sarebbero mai stati in grado di applicare né **Ahmes** né **Teorema di Renzo D. E.** (e per la verità questi ultimi due non sapevo applicarli neanche io, ma almeno sapevo che esistevano). Forse Wheatstone aveva vinto una mano ma non tutta la partita. Le uniche cose che mi tormentavano e che mi avrebbero tormentato per molto tempo ancora erano gli occhi di Laura Lorentz (e non solo gli occhi). Tornai nel mio ufficio, cercai una bottiglia di whisky e comincia a bere.

EPILOGO.

Il giorno dopo **Erano pressappoco le undici del mattino, mezzo ottobre, sole velato e minaccia di pioggia torrenziale sospesa nella limpidezza eccessiva là sulle colline** (cit. Il grande sonno di R. Chandler) una telefonata mi aveva svegliato: "Il signor Marlohm, Philip Marlohm? Sono Emma Hertz, mio padre è impazzito..."

THE END

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Nunziato:come-ti-risolve-una-rete-tre-teoremi-2>"