Edmond Dantes (EdmondDantes)

CALCOLO DELL'IMPEDENZA EQUIVALENTE DI UN BIPOLO COMUNQUE COMPLESSO. APPLICAZIONE DELLA REGOLA DI RAVUT - PARTE II

5 August 2019

Abstract

In questo articolo applicherò la regola di Ravut per calcolare la resistenza equivalente vista dai morsetti di alimentazione del *ponte di Wheatstone*.

Introduzione

Nel mio precedente articolo [7] ho illustrato la regola di Ravut e i passi da eseguire per calcolare l'impedenza equivalente vista dai morsetti di alimentazione di un bipolo costituito da una rete elettrica comunque complessa e in assenza di mutui accoppiamenti.

Come ho già anticipato nella parte I di questa serie due articoli, il metodo di calcolo è abbastanza articolato, ma permette di risolvere problemi impraticabili con i metodi classici di Kirchhoff.

Questo articolo ha lo scopo di chiarire i passaggi descritti nella parte I, pertanto farò riferimento al più semplice circuito elettrico non ulteriormente riducibile tramite operazioni di serie-parallelo: il *ponte di Wheatstone*.

In particolare, faremo riferimento al circuito descritto in questo post in modo da poter confrontare il risultato ottenuto.

Il lettore deve conoscere un po' di calcolo combinatorio per poter comprendere sia le regole riportate nella prima parte dell'articolo sia lo svolgimento dell'esercizio proposto in questa seconda parte.

Applicazione del metodo di Ravut al ponte di Wheatstone

In figura 1 è riportato lo schema di riferimento.

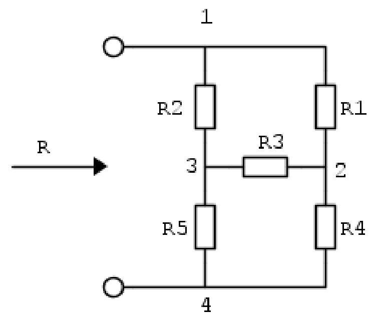


Figura 1

Dati.

$R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 20\Omega$ e $R_5 = 15\Omega$

Il ponte di Wheatstone ha quattro nodi *n* e cinque rami *r*.

Il numero di elementi che costituiscono ogni singola combinazione principale del primo gruppo vale

k=r-n+2=5-4+2=3.

Il numero di combinazioni possibili senza ripetizioni del primo gruppo vale:

$$C_{r,k} = \frac{r!}{k!\,(r-k)!} = C_{5,3} = \frac{5!}{3!\,(5-3)!} = \frac{120}{12} = 10$$

Il numero di elementi che costituiscono le 10 combinazioni complementari del primo gruppo sono

q=n-2=4-2=2.

Di seguito riporto la tabella con le combinazioni principali e complementari del primo gruppo.

Numero comb.	**Combinazione principale**	**Combinazione complementare**
1	$R_1R_2R_3$	R_4R_5
2	$R_1R_2R_4$	R_3R_5
3	$R_1R_2R_5$	R_3R_4
4	$R_1R_3R_4$	R_2R_5
5	$R_1R_3R_5$	R_2R_4
6	$R_1R_4R_5$	R_2R_3
7	$R_2R_3R_4$	R_1R_5
8	$R_2R_3R_5$	R_1R_4

9	$R_2R_4R_5$	R_1R_3
10	$R_3R_4R_5$	R_1R_2

Il numero di elementi che costituiscono ogni singola combinazione principale del secondo gruppo vale

k'=r-n+1=5-4+1=2.

Il numero di elementi che costituiscono le dieci combinazioni complementari del secondo gruppo sono

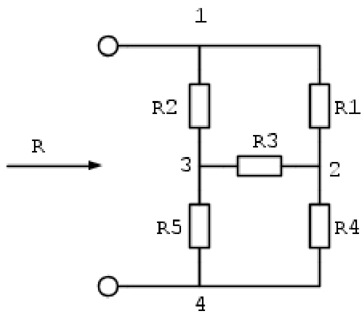
q'=n-1=4-1=3.

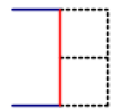
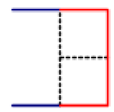
Anche in questo caso avremo dieci combinazioni possibili senza ripetizioni.

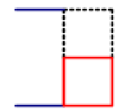
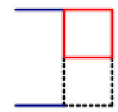
Di seguito riporto la tabella con le combinazioni principali e complementari del secondo gruppo.

Numero comb.	**Combinazione principale**	**Combinazione complementare**
1	R_1R_2	$R_3R_4R_5$
2	R_1R_3	$R_2R_4R_5$
3	R_1R_4	$R_2R_3R_5$
4	R_1R_5	$R_2R_3R_4$
5	R_2R_3	$R_1R_4R_5$
6	R_2R_4	$R_1R_3R_5$
7	R_2R_5	$R_1R_3R_4$
8	R_3R_4	$R_1R_2R_5$
9	R_3R_5	$R_1R_2R_4$
10	R_4R_5	$R_1R_2R_3$

Adesso disegnerò solo i circuiti associati (rami da considerare sono quelli in linea continua rossa) delle singole combinazioni principali e secondarie che soddisfano i requisiti richiesti nei punti 6 e 7 della parte I.



Riga	Circuito associato Primo gruppo
4	
8	

Riga	Circuito associato Sec. gruppo
1	
10	

I circuiti associati permettono di escludere le combinazioni principali e complementari:

- 4 e 8 del gruppo I (circuiti collegati ad entrambi i morsetti di alimentazione);
- 1 e 10 del gruppo II (circuiti chiusi).

I rami del ponte di Wheatstone in esame sono caratterizzati tutti da resistenze, quindi possiamo scrivere i polinomi P e Q.

$$P = R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_2R_5 + R_1R_3R_5 + R_1R_4R_5 + R_2R_3R_4 + R_2R_4R_5 + R_3R_4R_5$$

$$Q = R_1R_3 + R_1R_4 + R_1R_5 + R_2R_3 + R_2R_4 + R_2R_5 + R_3R_4 + R_3R_5.$$

L'espressione della resistenza equivalente è la seguente:

$$R = \frac{P}{Q} = \frac{8050}{675} = 11,9\Omega$$

Il risultato coincide con quelli ottenuti nel [thread] più volte citato.

Consiglio ai miei ultimi 25 lettori di riscrivere i rami del ponte di Wheatstone in termini di conduttanza e rifare i calcoli per esercizio. In questo caso, i polinomi da scrivere non sono P e Q, ma M e N costruiti a partire dalle combinazioni complementari rimaste che non ho usato in questo articolo (vedi parte I).

Considerazioni

La regola di Ravut non è molto agevole da utilizzare, ma con un po' di dimestichezza è possibile esaurire i vari punti richiesti molto velocemente.

Credo possa essere una valida alternativa ai metodi classici se il circuito da risolvere non ha un numero elevato di combinazioni da considerare.

Vi consiglio di applicarlo almeno una volta. In questo modo vi renderete conto della genialità dell'ingegnere Ravut. Utilizzando le solo quattro operazioni aritmetiche, è riuscito a creare un metodo, forse noioso, ma straordinario.

Riferimenti

[1] **admin**, Resistenza equivalente.

[2] **admin**, La resistenza equivalente: questa sconosciuta!.

[3] **RenzoDF**, Resistenze e Simmetria 1.

[4] **RenzoDF**, Resistenze e Simmetria 2.

[5] articolo di C. Ravut pubblicato nel fascicolo del 24 dicembre 1932 della *Revue générale de l'Electricité*.

[6] K. T. Wang, *On a new method of analysis of electrical networks*, Memoirs 2, National Research Institute of Engineering, Academia Sinica, 1934.

[7] **EdmondDantes**, Calcolo dell'impedenza equivalente di un bipolo comunque complesso. La regola di Ravut - Parte I, agosto 2019.