

Edoardo Mario Azzimonti
Paolo Maffezzoni
Giovanni Vannozzi

ESERCIZI DI ELETTROTECNICA

Con temi d'esame dettagliatamente svolti



Copyright © MMIX
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 A/B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-2553-6

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: maggio 2009

PREFAZIONE

Il volume è una raccolta di esercizi e di temi d'esame assegnati durante un decennio presso il corso di Elettrotecnica del Politecnico di Milano agli studenti del settore dell'informazione.

In esso sono trattati argomenti relativi ai circuiti elettrici operanti in continua, in regime sinusoidale ed in transitorio.

Peculiarità del testo è il metodo originale di presentazione che è rivolto a stimolare il senso critico dello studente e a renderlo padrone degli elementi della teoria dei circuiti che sono alla base dell'elettrotecnica e dell'elettronica moderna.

Laddove è possibile, vengono proposte varie soluzioni alternative dello stesso problema descrivendo nel dettaglio il processo logico di risoluzione ed i passaggi elementari dello svolgimento.

Il principio che ha uniformato la stesura dell'eserciziario è la consapevolezza che attraverso le fasi caratteristiche con cui si sviluppano le procedure risolutive dei problemi afferenti lo studio dei circuiti e delle reti lineari, sia possibile rivisitare i diversi contenuti fondanti della disciplina, acquisendo anche una diversa disponibilità ad uno studio critico e riflessivo che con piacere e soddisfazione consenta, in forma autonoma e personale, di cogliere le significative implicazioni di pensiero logico e deduttivo che l'elettrotecnica comporta.

In realtà, quindi, si è pensato di realizzare un testo che consentisse al lettore interessato ed in conformità ai propri meccanismi cognitivi ed ai propri stili e ritmi di apprendimento, di rivisitare i concetti fondanti dello studio delle reti lineari per acquisirli con certezza in forma adeguata dapprima e poi per possederli ed autonomamente rielaborarli, rendendo così ad ogni realtà apparentemente semplice un profondo contenuto sostanziale.

Studiare, infatti, è anche un modo per dare corso al divenire di questa ricerca personale.

Gli autori

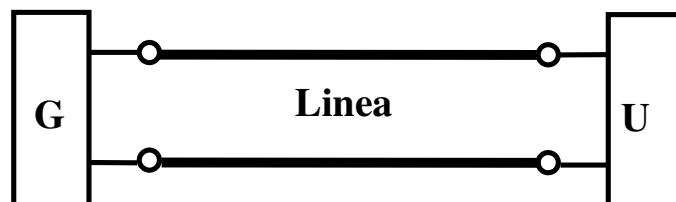
Indice Generale

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE	1
Circuito elettrico – Funzione Fondamentale	1
Legge di Kirchhoff delle correnti	4
Esercizio 1.0.0	5
Esercizio 1.0.1	5
Legge di Kirchhoff delle tensioni	6
Esercizio 1.0.2	8
Esercizio 1.0.3	9
Potenza Elettrica	10
Applicazione 1,0	11
Applicazione 1.1	12
Esercizio 1.1	14
Esercizio 1.2	15
Esercizio 1.3	15
Esercizio 1.4	16
Capitolo 2. – SECONDA ESERCITAZIONE	18
Esercizio 2.0	18
Esercizio 2.01	20
Esercizio 2.02	22
Esercizio 2.03	22
Esercizio 2.04	23
Esercizio 2.05	24
Esercizio 2.06	26
Esercizio 2.1	28
Esercizio 2.2	29
Esercizio 2.3	30
Esercizio 2.4	30
Esercizio 2.5	31
Esercizio 2.6	31
Esercizio 2.7	32
Esercizio 2.8	33
Esercizio 2.9	34
Esercizio 2.10	34
Esercizio 2.11	35
Capitolo 3. – TERZA ESERCITAZIONE	36
Esercizio 3.1	36
Esercizio 3.2	37
Esercizio 3.3	41
Esercizio 3.4	46
Esercizio 3.5	48
Esercizio 3.6	53
Capitolo 4. – QUARTA ESERCITAZIONE	58
Esercizio 4.1	58
Esercizio 4.2	59

Esercizio 4.3	61
Esercizio 4.4	62
Esercizio 4.5	64
Esercizio 4.6	65
Esercizio 4.7	67
Esercizio 4.8	69
Esercizio 4.9	70
Esercizio 4.10	71
Capitolo 5. – QUINTA ESERCITAZIONE	72
Esercizio 5.1	72
Esercizio 5.2	73
Esercizio 5.3	74
Capitolo 6. – SESTA ESERCITAZIONE --- Parte Prima	76
Esercizio 6.0	76
Esercizio 6.01	78
Esercizio 6.02	79
Esercizio 6.03	82
Esercizio 6.04	86
Esercizio 6.05	88
Esercizio 6.06	92
Esercizio 6.07	93
Capitolo 7. – SESTA ESERCITAZIONE --- Parte Seconda	95
Esercizio 6.08	95
Esercizio 6.09	99
Esercizio 6.010	102
Capitolo 8. – SESTA ESERCITAZIONE --- Parte Terza	106
Esercizio 6.1	106
Esercizio 6.2	112
Capitolo 9. – SETTIMA ESERCITAZIONE	118
Esercizio 7.1	118
Esercizio 7.2	118
Esercizio 7.3	119
Esercizio 7.4	120
Esercizio 7.5	121
Esercizio 7.6	122
Esercizio 7.7	123
Esercizio 7.8	124
Esercizio 7.9	125
Esercizio 7.10	126
Esercizio 7.11	128
Esercizio 7.12.1	129
Esercizio 7.12.2	131
Esercizio 7.13	134
Esercizio 7.14	134
Capitolo 10. – TEMI D’ESAME COMPLETAMENTE SVOLTI	139
TRASFORMAZIONI STELLA TRIANGOLO E TRIANGOLO STELLA	283

CIRCUITO ELETTRICO FUNZIONE FONDAMENTALE

L'oggetto di studio dell'elettrotecnica è il **circuito elettrico**, che nella sua più semplice espressione è costituito da un **generatore elettrico** e da un **utilizzatore elettrico** collegati fra loro mediante una **linea elettrica**.

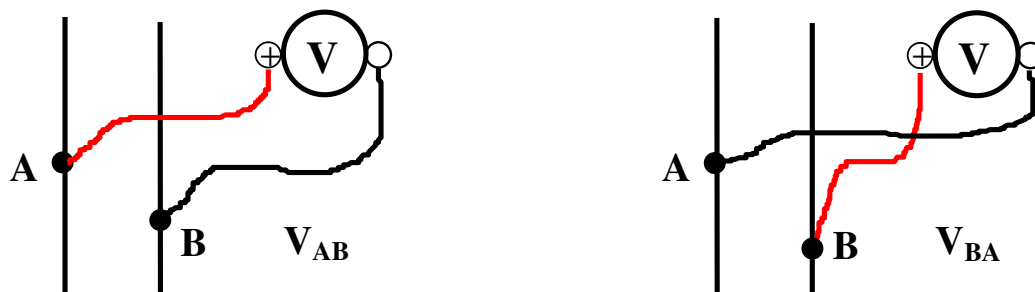


La **funzione** fondamentale del circuito elettrico è quella di **trasmettere potenza elettrica dal generatore**, dove viene prodotta a spese di altre potenze di natura diversa (chimica, meccanica, termica), **all'utilizzatore**, dove viene **trasformata in altre potenze** di natura diversa (chimica, meccanica, termica).

In un circuito elettrico funzionante, ovvero chiuso e contenente almeno un generatore, la trasmissione di potenza è accompagnata da un insieme di fenomeni, che si riassumono brevemente dicendo che nel circuito circola corrente elettrica.

Inoltre tra due punti distinti qualsiasi del circuito si manifesta uno stato fisico particolare, che si enuncia dicendo che tra i due punti considerati esiste una tensione elettrica, oppure una differenza di potenziale elettrico, oppure un voltaggio.

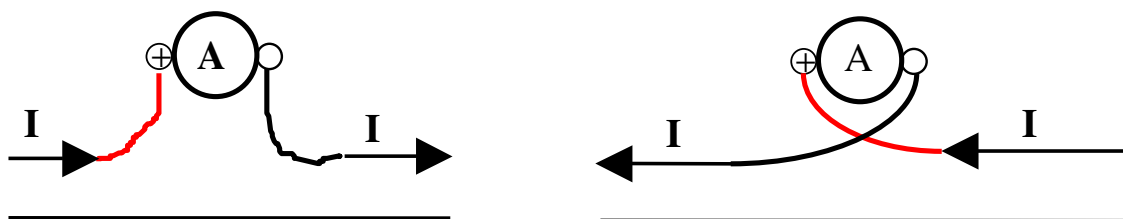
La tensione è una grandezza algebrica, cioè rappresentabile con un numero affetto da un segno. Si conviene di indicare con V_{AB} e di chiamare tensione da A a B, o fra A e B, la tensione che viene misurata tra detti punti connettendo il cordone più al punto A enunciato per primo. Se facendo ciò, il voltmetro fornisce indicazioni positive, la tensione V_{AB} verrà considerata positiva; in caso contrario essa verrà considerata negativa.



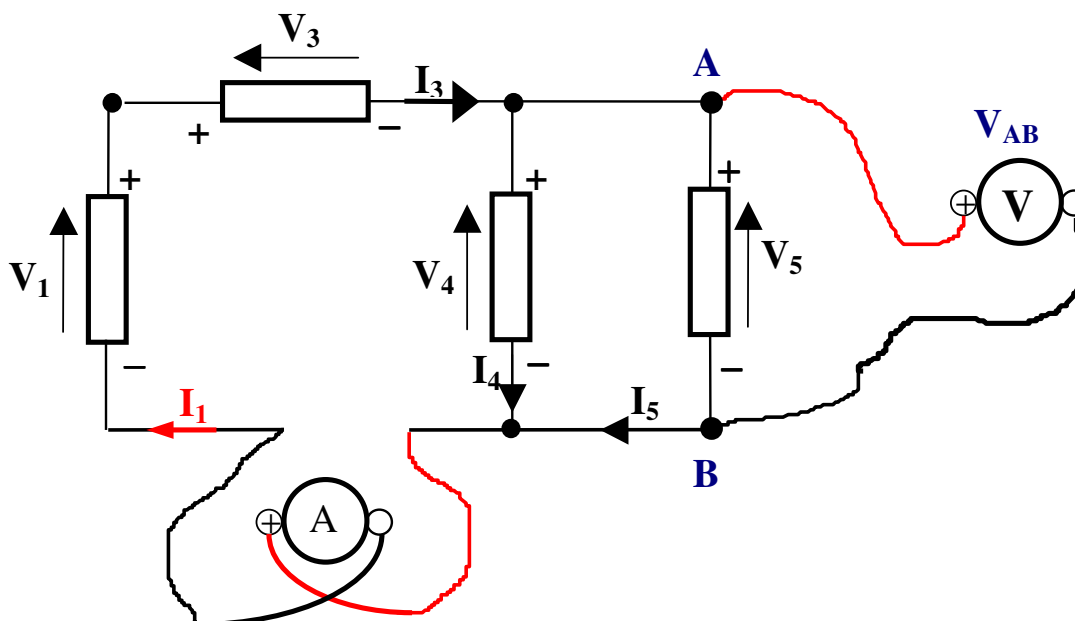
La corrente è una grandezza algebrica, più precisamente è una grandezza dotata di segno, cioè di verso, per cui all'indicazione del valore numerico della corrente si deve sempre associare l'indicazione del senso o verso secondo il quale si suppone che essa circoli nel circuito.

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

Si conviene di fissare ad arbitrio un verso di percorrenza della corrente nel circuito in esame indicandolo in genere mediante una freccia; si inserisce l'amperometro in modo che, percorrendo il circuito nel senso segnato per la corrente quest'ultima entri nell'amperometro dal morsetto contrassegnato col segno più; se l'amperometro fornisce indicazioni positive, la corrente verrà considerata positiva nel verso prefissato; in caso contrario verrà considerata negativa.



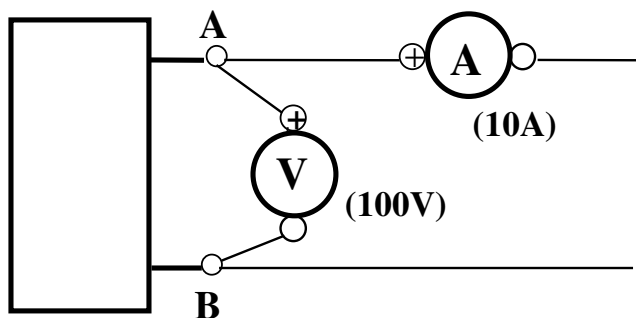
Nella figura, sotto riportata, viene mostrato l'inserimento degli strumenti **voltmetro** e **amperometro** al fine di **MISURARE**, rispettivamente, la **tensione** $V_{AB} = V_5 = V_4$ e la **corrente** $I_1 = I_3$.



MISURA di V_{AB} : il morsetto + del voltmetro deve essere collegato al morsetto **A**
MISURA di I_1 : in relazione al verso prefissato come positivo di I_1 , la corrente I_1 deve **entrare** nell'amperometro dal morsetto contrassegnato col simbolo +.

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

Analizziamo le possibili convenzioni per attribuire un segno alle letture eseguite con gli strumenti inseriti come in figura 3a.

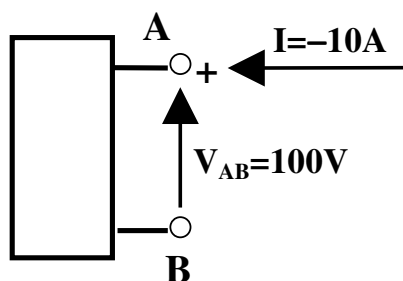


(figura - 3a)

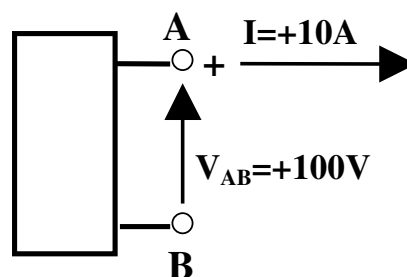
Supponiamo ad esempio di esaminare una particolare condizione di funzionamento in cui i valori della tensione e della corrente risultino quelli indicati nella figura 3a e siano letti inserendo gli strumenti come mostrato nella suddetta figura 3a.

Le convenzioni possibili con le quali si può attribuire un segno alle indicazioni dei due strumenti ed i segni che per ciascuna convenzione si devono ad esse attribuire effettivamente sono specificati nelle quattro figure 3b), 3c), 3d) e 3e).

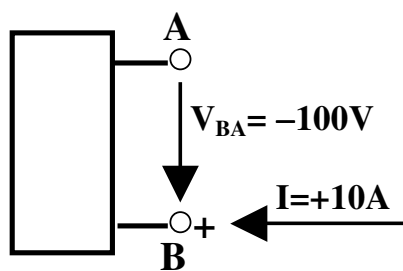
Evidentemente il morsetto da contrassegnare con il più è arbitrario (nelle due figure 3b) e 3c) esso è il morsetto A, mentre nelle figure 3d) e 3e) è il morsetto B), come pure è arbitraria la scelta del senso positivo della corrente in relazione a quello della tensione (nelle due figure 3b) e 3d) è adottata la convenzione degli utilizzatori, mentre nelle due figure 3c) e 3e) è adottata quella dei generatori).



(Figura - 3b)

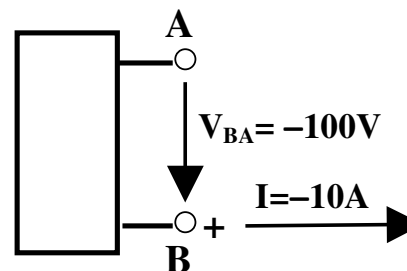


(Figura - 3c)



(Figura - 3d)

Convenzione degli Utilizzatori



(Figura - 3e)

Convenzione dei Generatori

LEGGE DI KIRCHHOFF DELLE CORRENTI (KIRCHHOFF'S CURRENT LAW --- KCL)

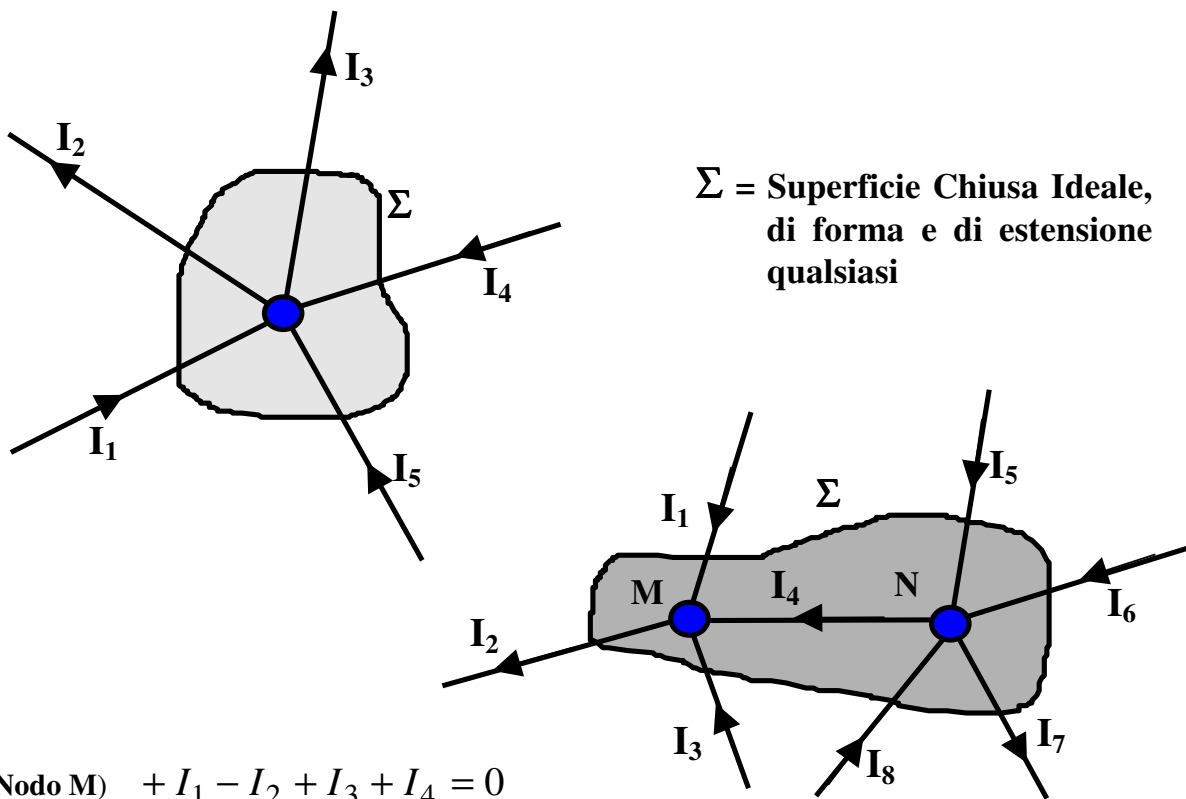
È basata sul principio di conservazione della carica

La somma algebrica delle correnti convergenti in un nodo è nulla e ciò ad ogni istante t.

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 = 0$$

In ogni istante t la somma delle correnti convergenti in un nodo uguaglia la somma delle correnti divergenti dal nodo

$$I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3$$



Nodo M) $+ I_1 - I_2 + I_3 + I_4 = 0$

Nodo N) $- I_4 + I_5 + I_6 - I_7 + I_8 = 0$

Sommando membro a membro, si ottiene:

$$I_1 - I_2 + I_3 + \cancel{I_4} - \cancel{I_4} + I_5 + I_6 - I_7 + I_8 = 0$$

da cui

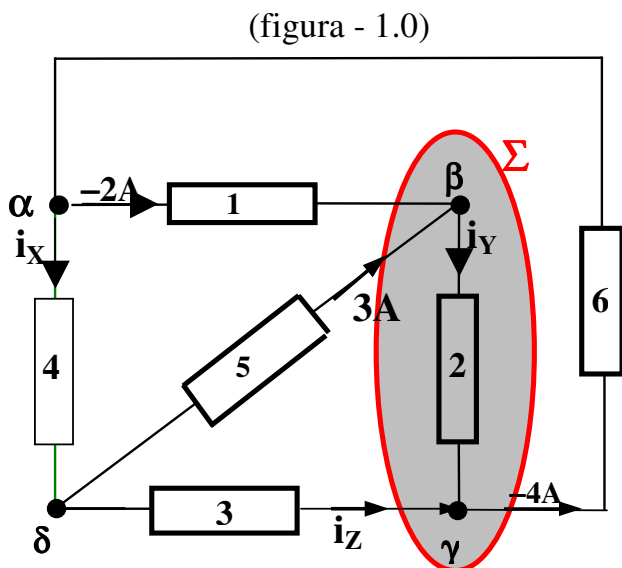
$$I_1 - I_2 + I_3 + I_5 + I_6 - I_7 + I_8 = 0$$

Poiché una superficie, racchiudente un numero qualsiasi di nodi, racchiude in sostanza una porzione qualsiasi di rete, si può in definitiva affermare che

“È nulla la somma algebrica di tutte le correnti entranti in (o uscenti da) una qualsiasi superficie chiusa Σ , tracciata comunque in una rete elettrica.”

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

Esercizio 1.0.0: Il circuito mostrato nella figura 1.0 è realizzato dal collegamento di sei dispositivi, ciascuno dei quali ha due terminali (bipolo). Le correnti sono state indicate, per ciascun dispositivo, sulla rete stessa. Si desidera calcolare il valore delle correnti i_x , i_y e i_z .



a) Primo Metodo

Si applichi la **legge di Kirchhoff delle correnti (KCL)** rispettivamente ai **nodi α , β , γ** ; si perviene così alle seguenti scritte:

nodo α :

$$-4 = -2 + i_x \quad \Rightarrow \quad i_x = -2A$$

nodo β :

$$-2 + 3 = i_y \quad \Rightarrow \quad i_y = 1A$$

nodo γ :

$$i_z + i_y = -4 \quad \Rightarrow \quad i_z = -5A$$

Si può, ora, procedere alla verifica dei risultati conseguiti scrivendo la KCL al nodo δ ottenendo:

$$\text{nodo } \delta: i_x = 3 + i_z \quad \Rightarrow \quad i_x = 3 - 5 = -2A$$

b) Secondo Metodo

Applichiamo la **legge di Kirchhoff delle correnti (KCL)** al **supernodo Σ** , (unione dei nodi β , γ), ottenendo direttamente il valore della corrente i_z ; risulta, infatti:

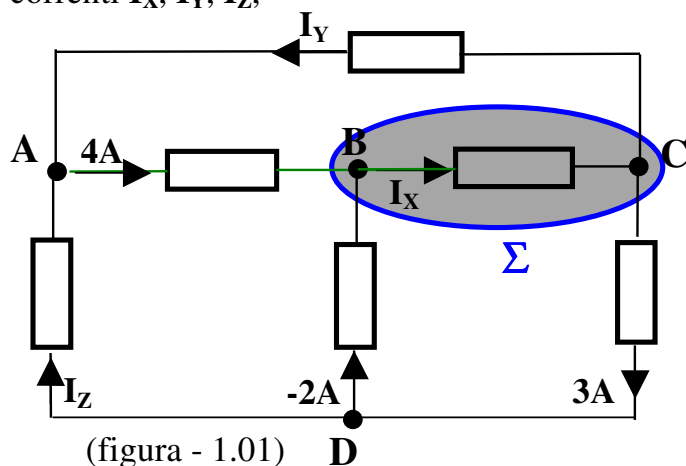
$$-2 + 3 + i_z = -4 \quad \Rightarrow \quad i_z = -4 - 3 + 2 = -5A$$

Per quanto concerne il calcolo delle correnti i_x ed i_y si applica la **KCL** ai **nodi α e β** , così come fatto in precedenza; si perviene così alle seguenti scritte:

$$\text{nodo } \alpha: -4 = -2 + i_x \quad \Rightarrow \quad i_x = -2A$$

$$\text{nodo } \beta: -2 + 3 - i_y = 0 \quad \Rightarrow \quad i_y = +1A$$

Esercizio 1.0.1: Assegnato il circuito mostrato in figura 1.01 si calcoli il valore delle correnti I_x , I_y , I_z .



Applichiamo la **KCL** al **supernodo Σ** ; si ottiene:

$$I_y + 3 = 4 - 2 \quad I_y = -1A$$

Al **nodo B** la **KCL** fornisce:

$$4 - 2 = I_x \quad I_x = 2A$$

mentre per il **nodo D** si ottiene:

$$3 = -2 + I_z \quad I_z = 5A$$

La verifica al **nodo A** fornisce:

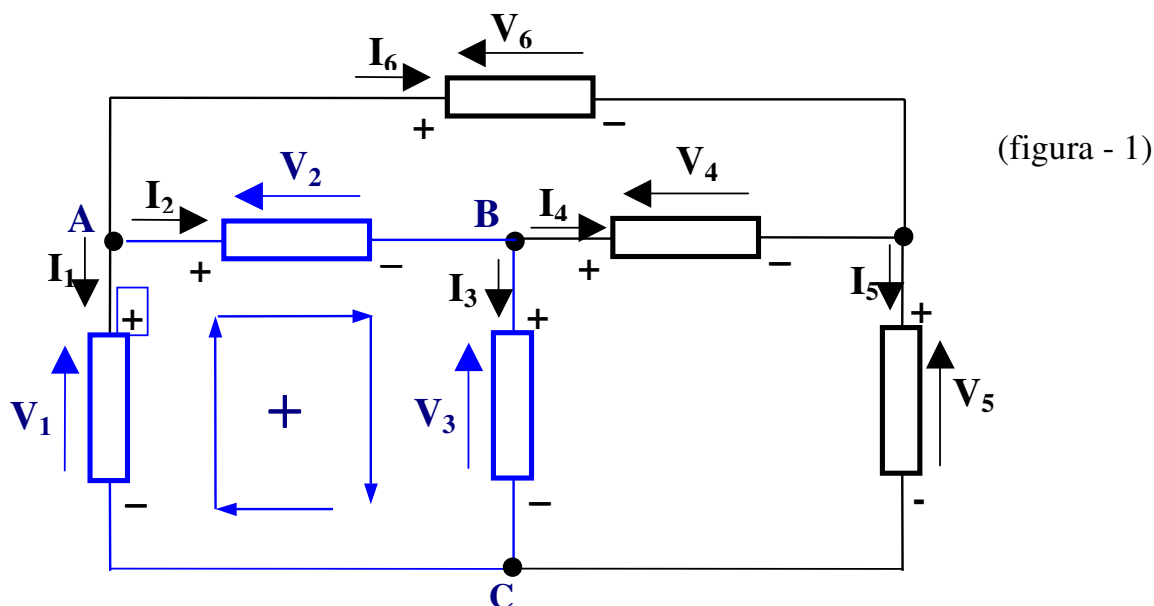
$$I_z + I_y = 5 - 1 = 4A$$

LEGGE DI KIRCHHOFF DELLE TENSIONI (KIRCHHOFF'S VOLTAGE LAW --- KVL)

È basata sul principio della irrotazionalità delle tensioni

La somma algebrica delle tensioni lungo un qualsiasi percorso chiuso, detto **maglia**, costituito dai lati appartenenti al circuito stesso è nulla e ciò ad ogni istante **t**.

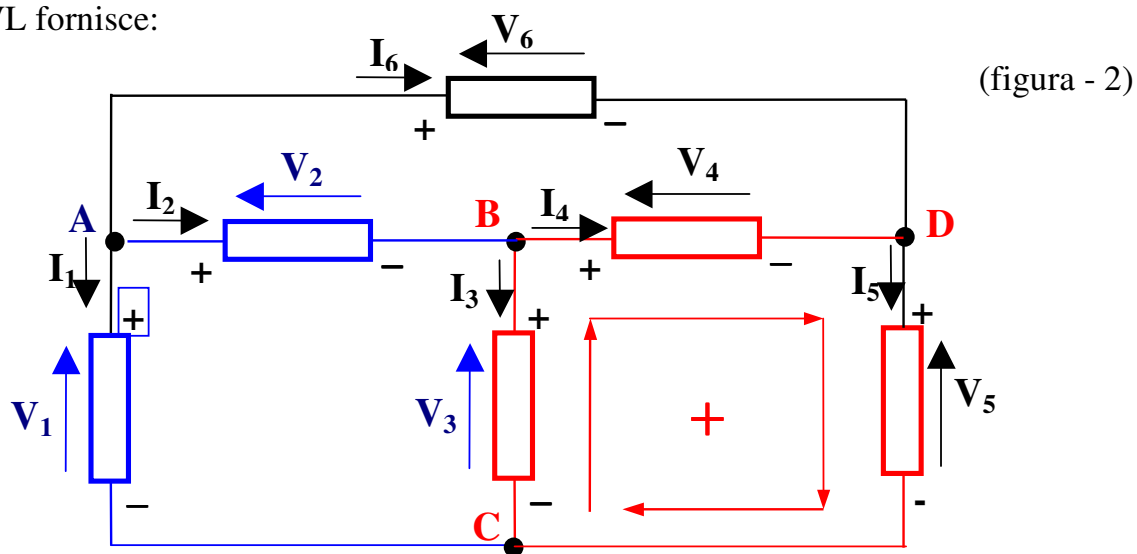
$$V_{AA} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CA} = 0$$



Relativamente alla **maglia ABCA**, la legge di Kirchhoff delle tensioni assume la forma equivalente:

$$V_2 + V_3 - V_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

Quanto asserito per la maglia ABCA di figura 1 vale per tutti i percorsi chiusi ottenibili con i lati costituenti il circuito in esame; per la **maglia BDCB** di figura 2 la KVL fornisce:



Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

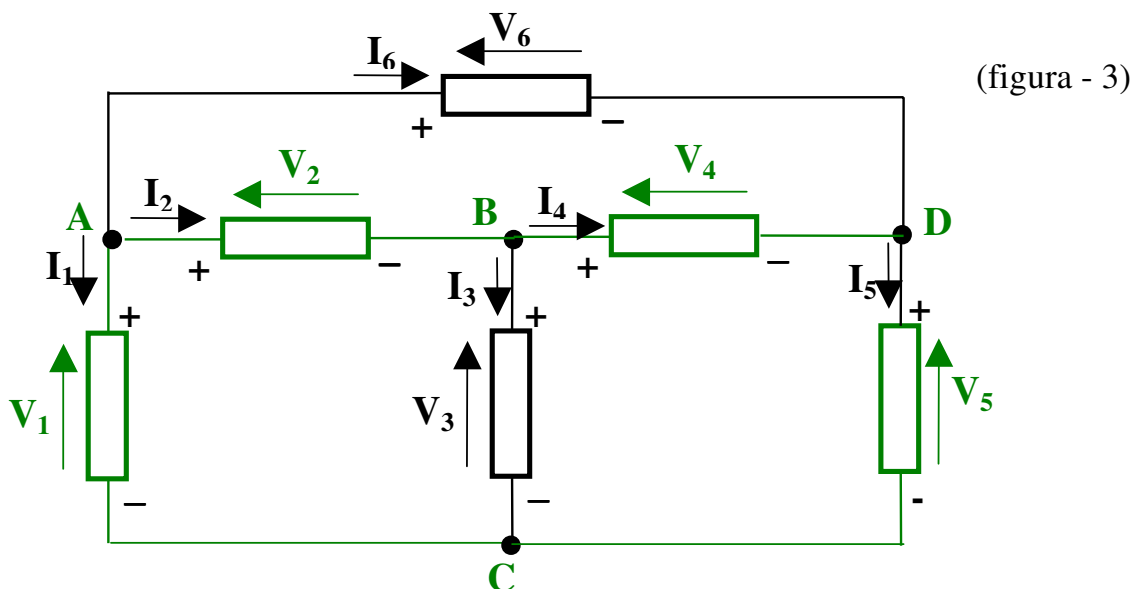
$$V_{BB} = V_{BD} + V_{DC} + V_{CB} = 0$$

$$V_4 + V_5 - V_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_3 - V_4 - V_5 = 0$$

Reiterando la procedura, consideriamo la **maglia ABDCA**, mostrata in figura 3, e per essa scriviamo la legge di **Kirchhoff** delle tensioni; si ottiene:

$$V_{AA} = V_{AB} + V_{BD} + V_{DC} + V_{CA} = 0$$

$$V_2 + V_4 + V_5 - V_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_1 - V_2 - V_4 - V_5 = 0$$



L'applicazione della legge di **Kirchhoff** alla **maglia ADBCA** consente di relazionare

$$V_{AA} = V_{AD} + V_{DB} + V_{BC} + V_{CA}$$

$$V_6 - V_4 + V_3 - V_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_1 - V_6 + V_4 - V_3 = 0$$

Osserviamo che la **KVL** alla **maglia ABDCA**, già determinata, e le **KVL** ottenute con le precedenti **maglie BDCB** e **ABCA**, **non sono linearmente indipendenti** fra loro, bensì vale la seguente relazione:

$$(V_1 - V_2 - V_3) + (V_3 - V_4 - V_5) = 0 \quad \Rightarrow \quad V_1 - V_2 - V_4 - V_5 = 0$$

KVL maglia ABCA + **KVL maglia BDCB** = **KVL maglia BDCA**

Analoghe considerazioni possono essere fatte per tutte le maglie della rete che si possono ottenere come unione di quelle maglie che hanno dei lati in comune.

In una rete lineare costituita da M nodi ed L lati, le equazioni indipendenti, che si possono associare alla rete, al fine di determinare la tensione e la corrente in ogni suo lato, sono rispettivamente:

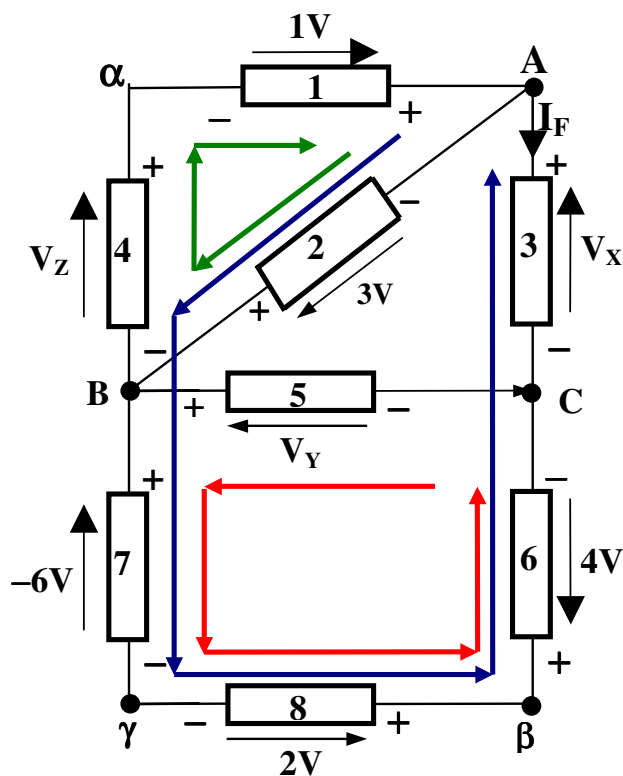
(M-1) equazioni tipo KCL scritte agli (M-1) degli M nodi della rete

(L - M + 1) equazioni di tipo KVL scritte alle maglie della rete

Si hanno così **L equazioni indipendenti**, tante quanti sono i **lati della rete**.

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

Esercizio 1.0.2: Il circuito mostrato in figura 1.02 è realizzato dal collegamento di più dispositivi, ciascuno dei quali ha due terminali (**bipolo**). Le grandezze tensione e corrente note sono state indicate, per ciascun dispositivo, sulla rete stessa. Si desidera calcolare le tensioni V_X , V_Y e V_Z .



(figura - 1.02)

Siano A, B, C i nodi nei quali concorrono tre lati e siano α , β , γ i nodi in cui concorrono solo due lati. Il **principio di irrotazionalità** delle tensioni consente di calcolare la tensione $V_{\alpha B}$ tramite la relazione seguente:

$$V_{\alpha B} = V_Z = V_{\alpha A} + V_{AB} = -1 - 3 = -4V$$

Il risultato può ottenersi agilmente tramite il ricorso alla maglia **AB α A** e per essa scrivere la **KVL**, usando come verso di percorrenza quello insito nella sua definizione; si ottiene:

$$V_Z + 1 + 3 = 0 \Rightarrow V_Z = -1 - 3 = -4V$$

Consideriamo la maglia **B γ β CB**; si ottiene:

$$V_Y - (-6) + 2 - 4 = 0$$

$$V_Y = 4 - 2 - 6 = -4V$$

Applichiamo la **KVL** alla maglia **AB γ β CA**; si ottiene la relazione seguente:

$$3 - (-6) + 2 - 4 + V_X = 0$$

$$V_X = -7V$$

Procediamo alla verifica dell'adeguatezza dei risultati ottenuti con le scritture seguenti:

➤ **maglia ABCA:** $V_X + 3 - V_Y = 0 \Rightarrow -7 + 3 + 4 = 0$

➤ **maglia A α BCA:** $V_X - 1 - V_Z - V_Y = 0 \Rightarrow -7 - 1 - (-4) - (-4) = -8 + 8 = 0$

OSSERVAZIONI

◆ l'applicazione della **KVL** alla maglia **AB α A** fornisce la relazione: $3 + V_Z + 1 = 0$

◆ l'applicazione della **KVL** alla maglia **ABCA** consente di scrivere: $3 - V_Y + V_X = 0$

Sottraendo membro a membro le due equazioni sopra scritte; si ottiene:

$$3 + V_Z + 1 - (3 - V_Y + V_X) = 0 \Rightarrow 3 + V_Z + 1 - 3 + V_Y - V_X = 0$$

da cui si ricava la scrittura seguente: $V_Z + 1 + V_Y - V_X = 0$ (1)

◆ applicata la **KVL** alla maglia **ACB α A**, si ottiene la relazione: $V_Z + 1 - V_X + V_Y = 0$. Essa coincide con la relazione (1) prima calcolata. Ne consegue, che le maglie realizzabili con i lati di un circuito comunque complesso **NON SONO TUTTE LINEARMENTE INDIPENDENTI**.

◆ applicata la **KVL** alla maglia **ABCA**, si ottiene la relazione: $3 - V_Y + V_X = 0$

◆ applicata la **KVL** alla maglia **B γ β CB**, si ottiene la relazione: $V_Y + 6 + 2 - 4 = 0$

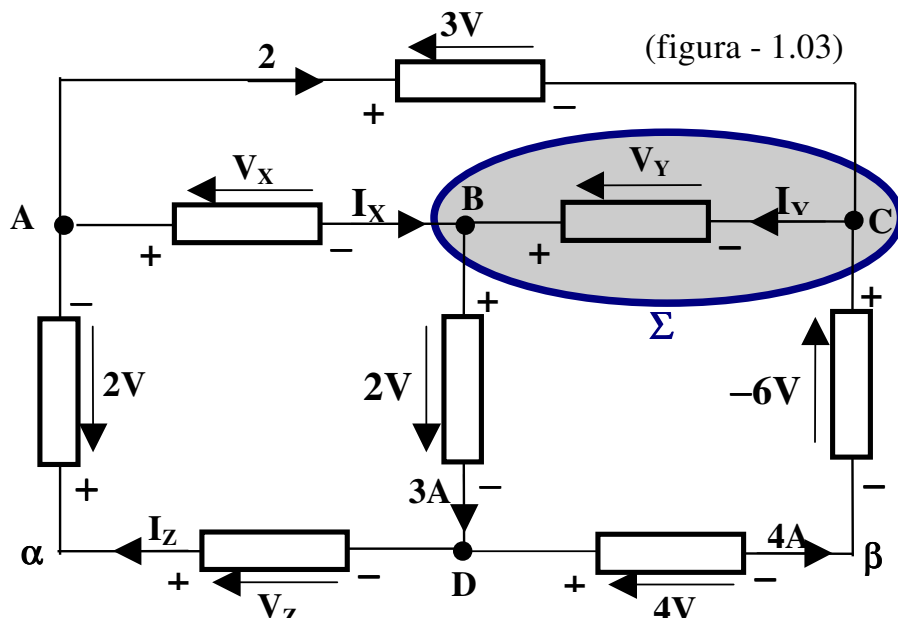
Sommando membro a membro le due equazioni sopra scritte; si ottiene la relazione:

$$3 - V_Y + V_X + V_Y + 6 + 2 - 4 = 0 \Rightarrow V_X + 3 + 6 + 2 - 4 = 0 \Rightarrow V_X = -7V$$
 (2)

◆ applicata la **KVL** alla maglia **AB γ β CA**, si ottiene la relazione: $V_X + 3 - (-6) + 2 - 4 = 0$, ovvero $V_X + 3 + 6 + 2 - 4 = 0 \Rightarrow V_X = -7V$. Essa coincide con la relazione (2) ottenuta in precedenza. Si riconferma, così, che tutte le maglie realizzabili con i lati di un circuito comunque complesso **NON SONO TUTTE LINEARMENTE INDIPENDENTI**.

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE

Esercizio 1.0.3: Il circuito mostrato in figura 1.03 è realizzato dal collegamento di più dispositivi, ciascuno dei quali ha due terminali (bipolo). Le grandezze tensione e corrente note sono state indicate, per ciascun dispositivo, sulla rete stessa. Si desidera calcolare le tensioni V_X , V_Y , V_Z e le correnti I_X , I_Y e I_Z .



Indichiamo con **A**, **B**, **C** e **D** i nodi propri in cui concorrono almeno tre lati, mentre siano α e β i nodi impropri in cui sono collegati due bipoli.

Applichiamo la **KCL** al **nodo D**; si ottiene:

$$3 = I_Z + 4 \quad I_Z = -1A$$

Applichiamo la **KCL** al **nodo C**; si ottiene:

$$2 + 4 = I_Y \quad I_Y = 6A$$

Applichiamo la **KCL** al **supernodo Σ** ; si ha:

$$I_X + 2 + 4 = 3$$

ovvero: $I_X = -3A$. Procediamo alla verifica dei risultati ottenuti applicando la **KCL**, rispettivamente ai nodi **B** ed **A**; si ottiene:

➤ **verifica al nodo B:** $I_X + I_Y = 3 \Rightarrow -3A + 6A = 3A$

➤ **verifica al nodo A:** $I_Z = I_X + 2 \Rightarrow -1A = -3A + 2A$

Consideriamo la maglia **ABD β CA** ed applichiamo ad essa la **KVL**; si ottiene:

$$-V_x + 2 - 4 - 6 + 3 = 0 \Rightarrow V_x = 5 - 10 = -5V$$

Consideriamo la maglia **BD β CB** ed applichiamo ad essa la **KVL**; si ottiene:

$$V_y + 2 - 4 - 6 = 0 \Rightarrow V_y = 10 - 2 = 8V$$

Consideriamo la maglia **AC β DA** ed applichiamo ad essa la **KVL**; si ottiene:

$$V_z - 2 - 3 - (-6) + 4 = 0 \Rightarrow V_z = 5 - 6 - 4 = -5V$$

Si desidera ora procedere alla verifica dei risultati ottenuti applicando la **legge di Kirchhoff delle tensioni** alle maglie non utilizzate in precedenza. Si ottiene:

• **verifica alla maglia (ACBA):**

$$V_x - 3 + V_y = 0 \Rightarrow V_x = 3 - V_y \quad (3)$$

• **verifica alla maglia (A α DBA):**

$$V_x + 2 - V_z - 2 = 0 \Rightarrow V_x = V_z \quad (4)$$

• **verifica alla maglia (ACBD α A):**

$$V_y + 2 + V_z - 2 - 3 = 0 \Rightarrow V_z = 3 - V_y$$

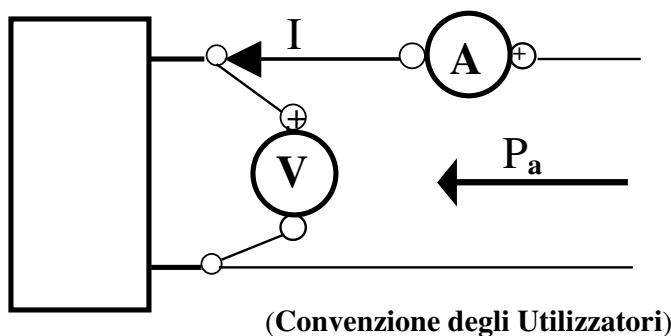
Come si nota questa equazione si ottiene **uguagliando membro a membro** le due equazioni (3) e (4). Ciò significa che la **KVL** alla maglia ACBD α A è linearmente dipendente o combinazione lineare delle **KVL** relative alle maglie **ACBA** e **A α DBA**. In particolare si osserva che delle **sei** maglie complessive che si possono estrarre dalla rete assegnata, **solamente tre** sono **linearmente indipendenti** fra loro e quindi utilizzabili per il calcolo di V_X , V_Y e V_Z .

POTENZA ELETTRICA

“Il senso positivo della potenza coincide con il senso positivo della corrente al morsetto contrassegnato con il segno più”;

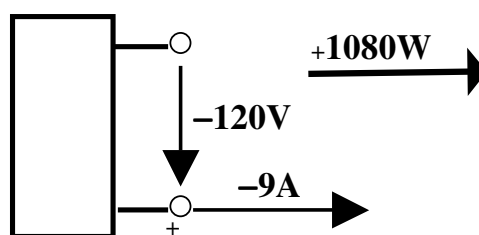
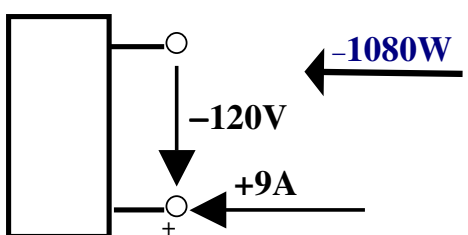
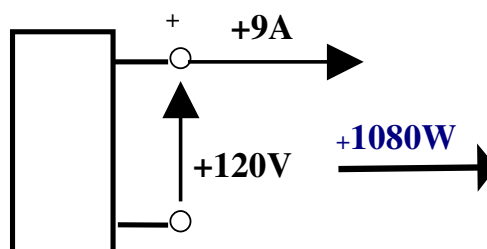
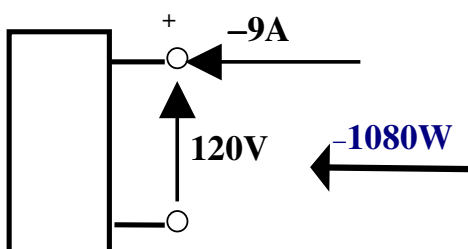
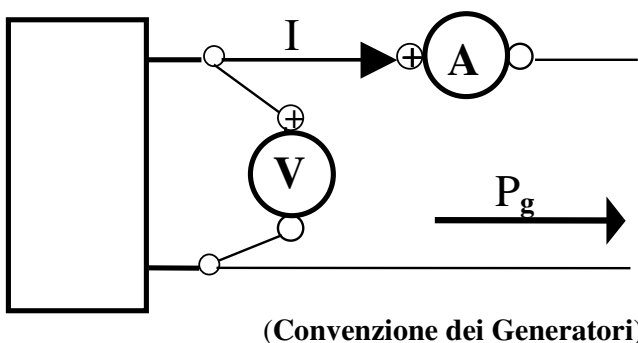
pertanto:

“adottando la convenzione degli utilizzatori, la potenza è positiva nel senso in cui entra nel dispositivo”;



mentre:

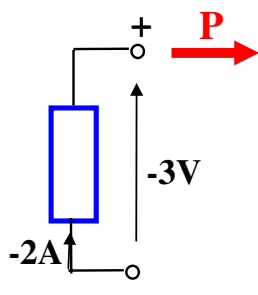
“adottando la convenzione dei generatori, la potenza è positiva nel senso in cui esce dal dispositivo.”



APPLICAZIONE 1.0

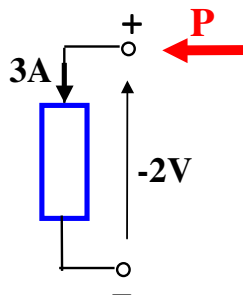
Determinare la potenza erogata (delivered) o assorbita (absorbed) dai bipoli sotto evidenziati.

1° Metodo: Si attribuisce alla potenza il verso positivo coincidente col verso ritenuto come positivo per la corrente al morsetto del bipolo contrassegnato col segno +.



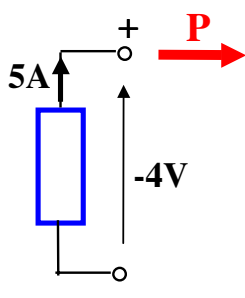
$$P = V \cdot I = -3 \cdot (-2) = 6 \text{ W}$$

delivered



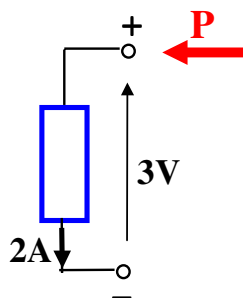
$$P = V \cdot I = -2 \cdot 3 = -6 \text{ W}$$

delivered



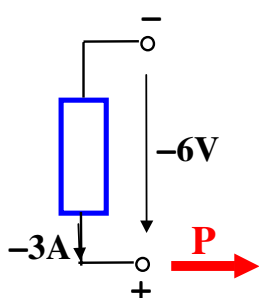
$$P = V \cdot I = -4 \cdot 5 = -20 \text{ W}$$

absorbed



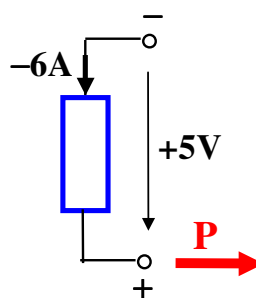
$$P = V \cdot I = 3 \cdot 2 = 6 \text{ W}$$

absorbed



$$P = V \cdot I = -6 \cdot (-3) = 18 \text{ W}$$

delivered

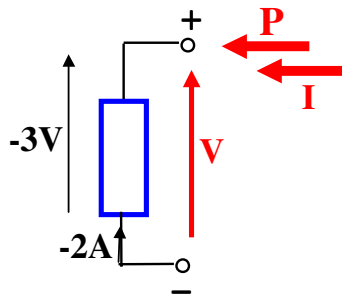
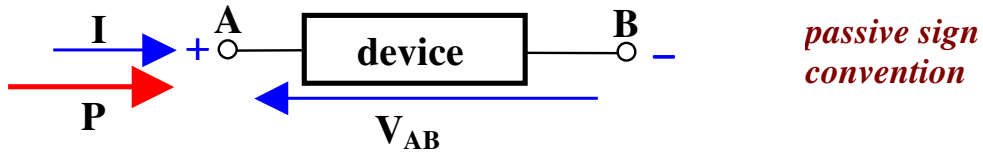


$$P = V \cdot I = 5 \cdot (-6) = -30 \text{ W}$$

absorbed

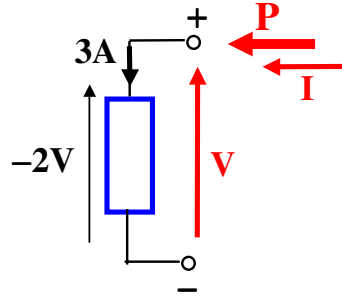
2° Metodo: Si utilizza per ciascun bipolo la medesima convenzione di segno, cioè la convenzione degli utilizzatori oppure la convenzione dei generatori. Negli esempi che seguono si è adottata la convenzione degli utilizzatori.

Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE



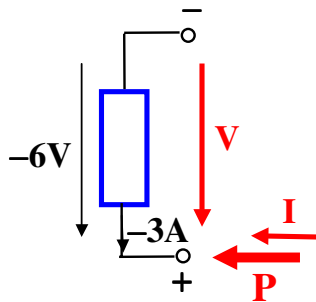
$$P = \mathbf{V \cdot I} = -3 \cdot [-(-2)] = -6 \text{ W}$$

delivered



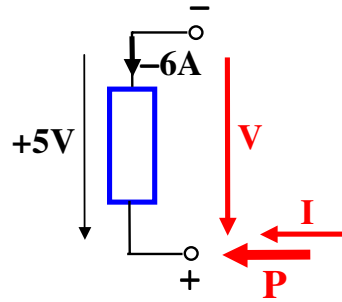
$$P = \mathbf{V \cdot I} = -2 \cdot 3 = -6 \text{ W}$$

delivered



$$P = \mathbf{V \cdot I} = -6 \cdot [-(-3)] = -18 \text{ W}$$

delivered

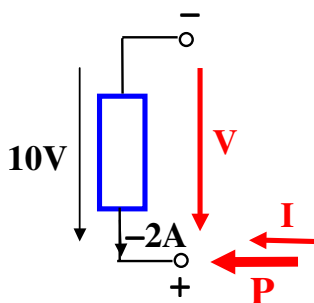


$$P = \mathbf{V \cdot I} = 5 \cdot [-(-6)] = 30 \text{ W}$$

absorbed

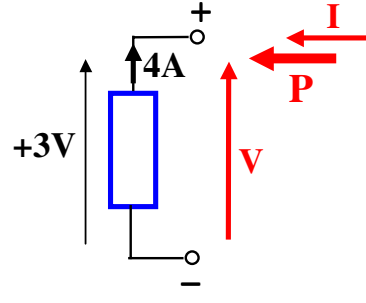
APPLICAZIONE 1.1

Determinare la **potenza erogata (delivered)** o **assorbita (absorbed)** dai bipoli sotto evidenziati, adottando la **convenzione degli utilizzatori**.



$$P = \mathbf{V \cdot I} = 10 \cdot [-(-2)] = 20 \text{ W}$$

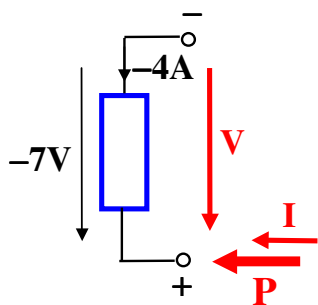
absorbed



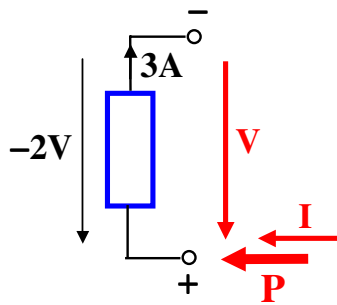
$$P = \mathbf{V \cdot I} = 3 \cdot (-4) = -12 \text{ W}$$

delivered

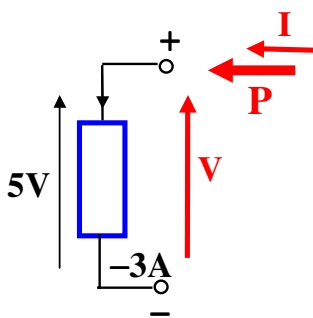
Capitolo 1. – PRIMA ESERCITAZIONE



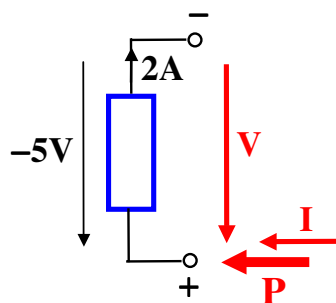
$P = \mathbf{V \cdot I} = -7 \cdot [-(-4)] = -28\text{W}$
delivered



$P = \mathbf{V \cdot I} = -2 \cdot 3 = -6\text{W}$
delivered



$P = \mathbf{V \cdot I} = 5 \cdot (-3) = -15\text{W}$
delivered



$P = \mathbf{V \cdot I} = -5 \cdot 2 = -10\text{W}$
delivered

