



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA
Facoltà di Medicina e Chirurgia

Misure elettriche ed elettroniche

DISPOSITIVI DI ALIMENTAZIONE

STRUMENTAZIONE ELETTROMEDICALE

1

Categorie di strumenti e loro scopi:

- 1 - strumentazione diagnostica (es.. ecografia)**
ottenere informazioni sullo stato fisiologico del paziente, misurando parametri fisici correlati alle funzioni di determinati organi /apparati
- 2 - strumentazione terapeutica (es.: radioterapia)**
modificare la funzione di organi /apparati, somministrando energia con diverse modalità
- 3- strumentazione di supporto (es.: dialisi)**
sostituire o integrare le funzioni di determinati organi, generando o potenziando parametri carenti

STRUMENTAZIONE ELETTROMEDICALE

2

gli strumenti necessitano di energia, che viene prelevata dalla linea di alimentazione disponibile



■ *alimentazione elettrica*

ALIMENTATORE

■ *strumentazione diagnostica*

SENSORE

■ *strumentazione diagnostica*

SENSORE

Fornisce informazioni sotto forma di numeri, tracciati, immagini, rumori...

PERIFERICA

■ i parametri fisici prelevati sono caratterizzati da:

- *piccola ampiezza*
- *disturbi*
- *necessità di elaborazione*



STRUMENTAZIONE ELETTROMEDICALE

4

■ *piccola ampiezza* ⇒

AMPLIFICATORE

■ *disturbi* ⇒

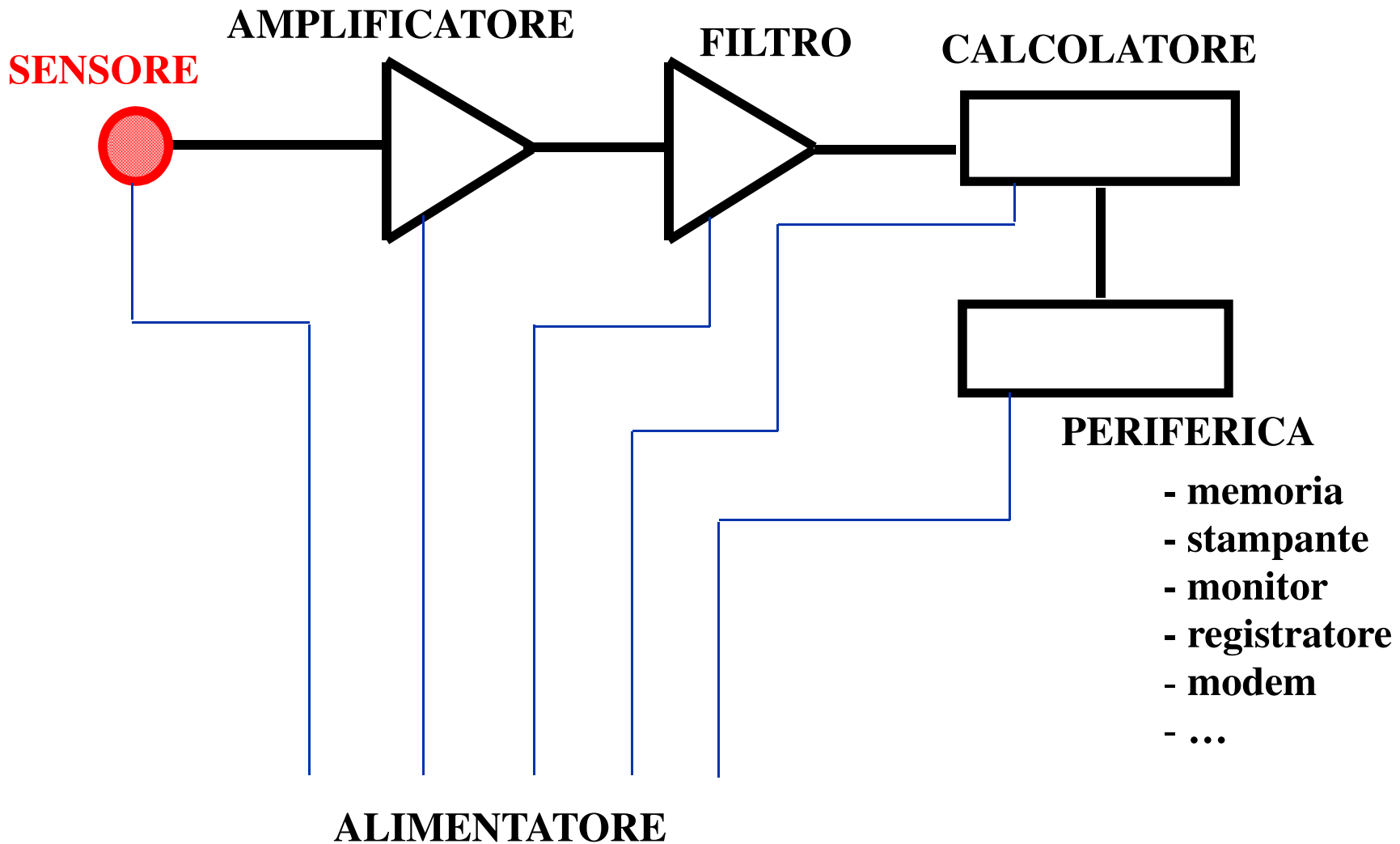
FILTRO

■ *elaborazione* ⇒

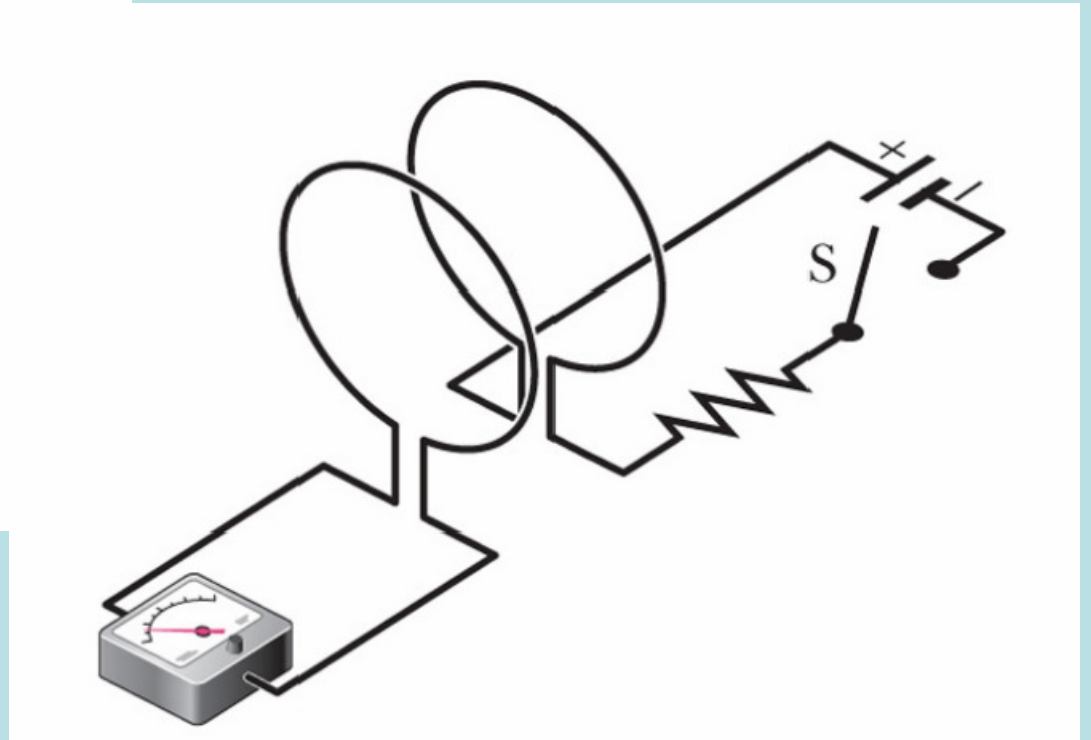
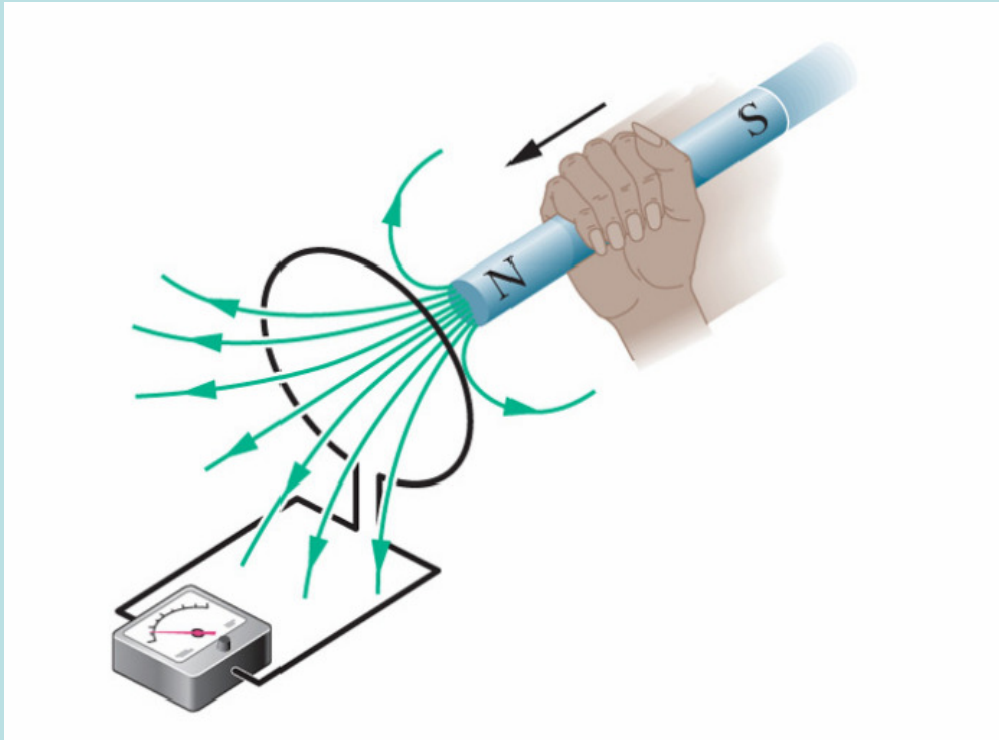
CALCOLATORE

STRUMENTAZIONE ELETTROMEDICALE

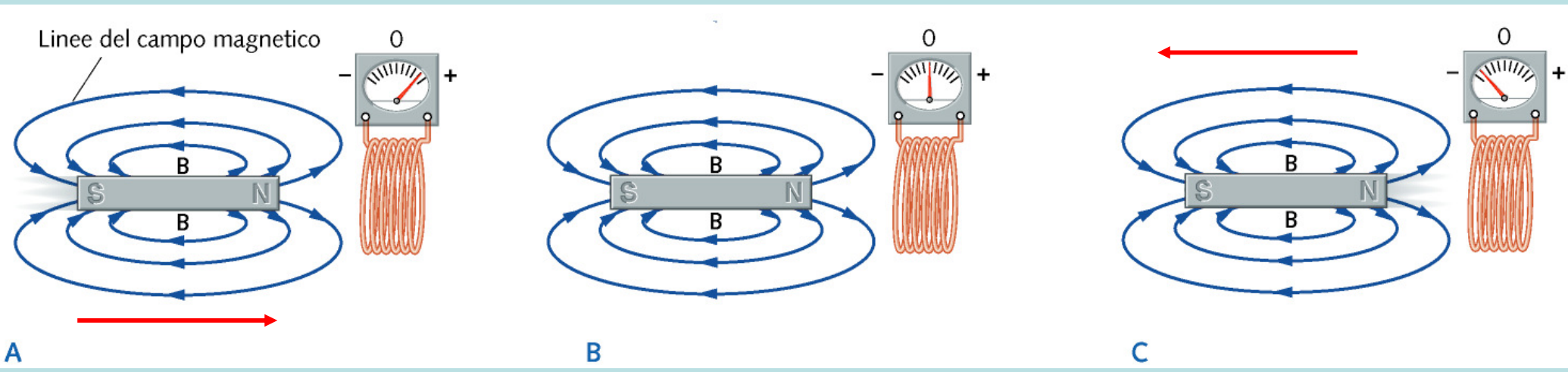
5



Forza elettromotrice indotta

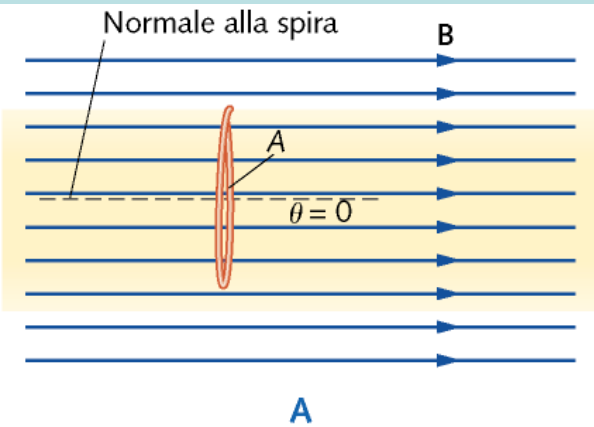


Esperimento di Michael Faraday (1791-1867)

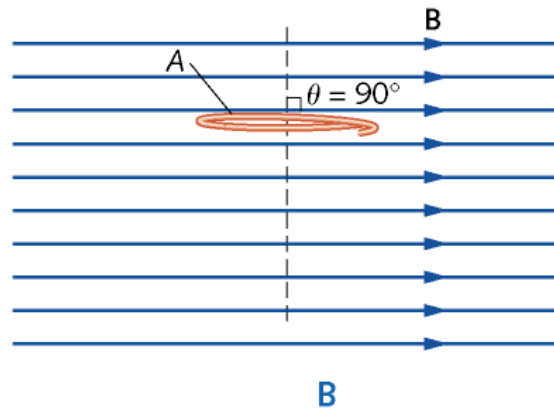


Un campo magnetico variabile produce una **fem indotta**

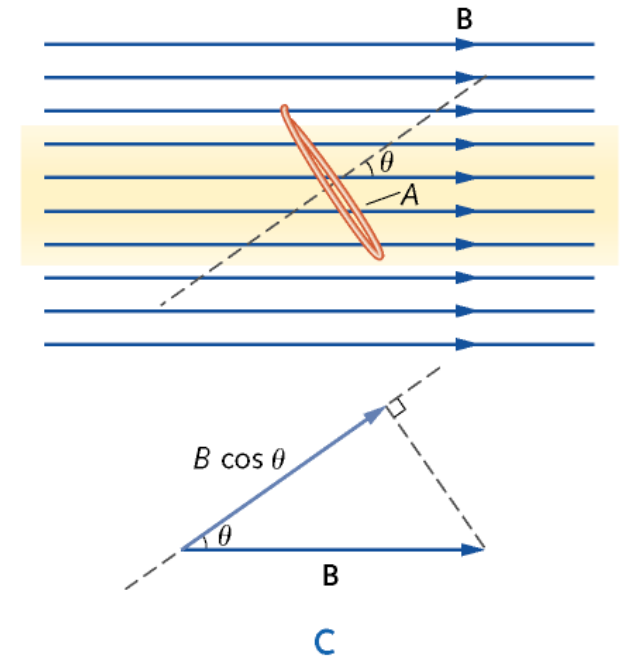
Flusso del campo magnetico



$$\Phi = B A$$



$$\Phi = 0$$



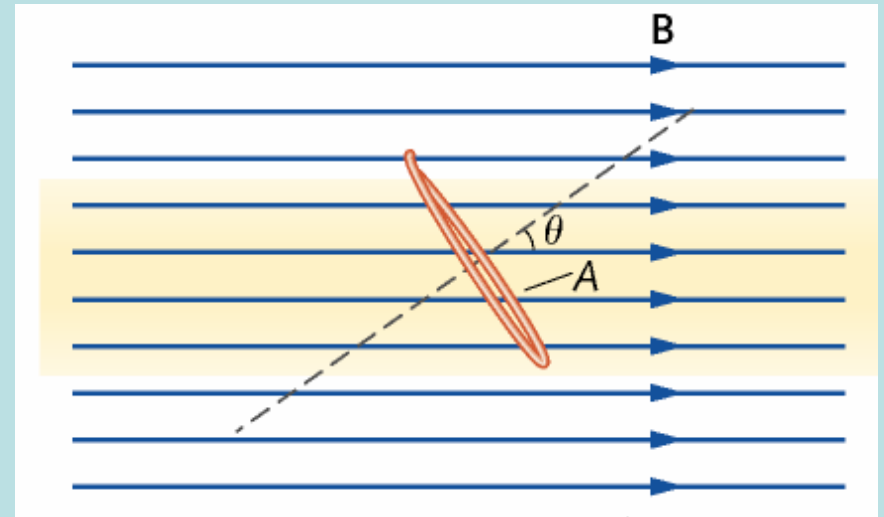
$$\Phi = (B \cos \vartheta) A$$

Il flusso di B si misura in **weber** (Wb):
 $Wb = T m^2$

$$\Phi_S(B) = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$$

Legge di Faraday dell'induzione elettromagnetica

$$\mathcal{E}_{\text{indotta}} = - \frac{\Delta \Phi_S(\mathbf{B})}{\Delta t}$$

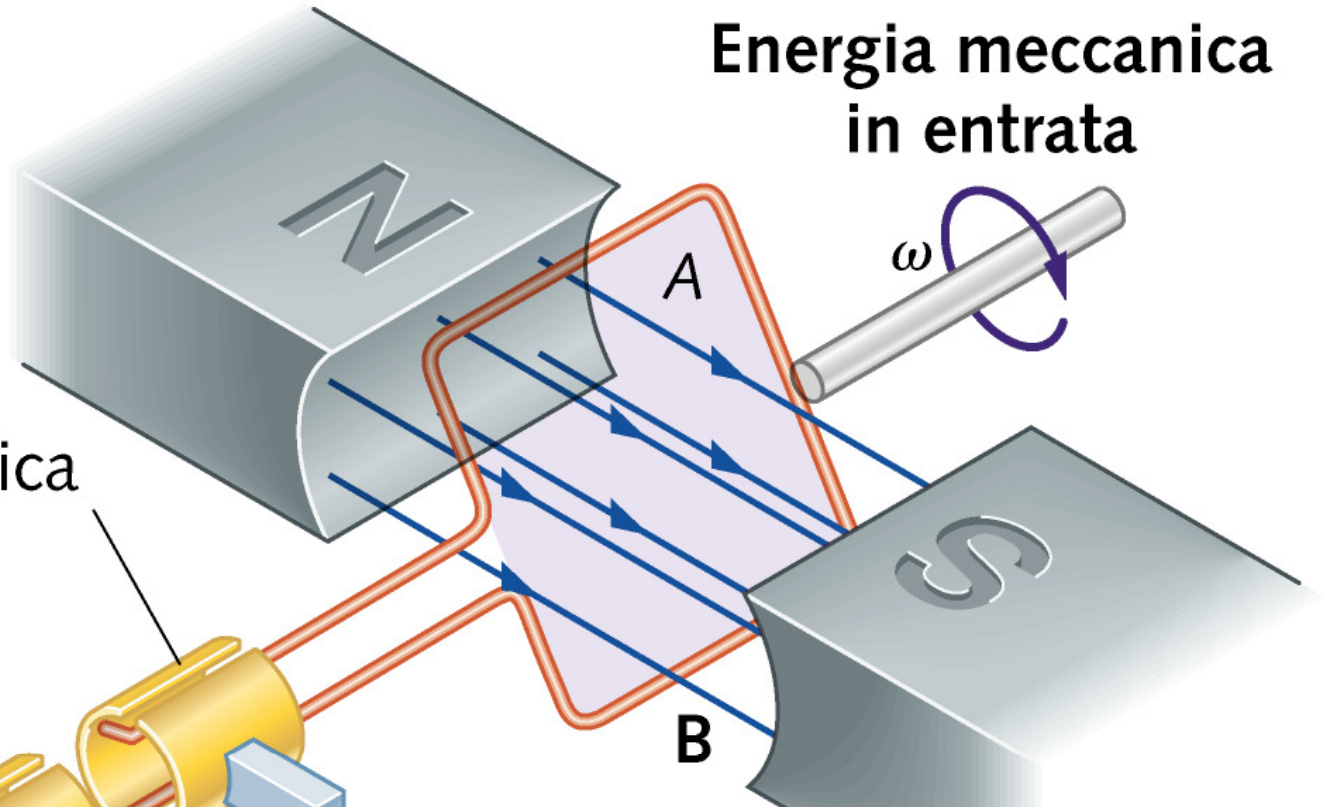


La **fem indotta** in una spira è uguale alla **variazione del flusso di \mathbf{B}** attraverso la spira diviso l'intervallo di tempo Δt in cui avviene tale **variazione**



Generatore elettrico

Energia meccanica
in entrata

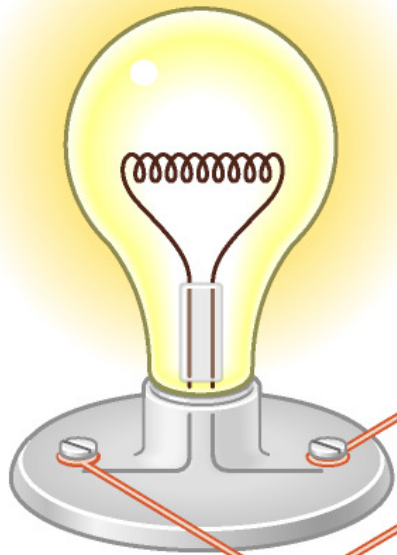


Striscia metallica

Anello

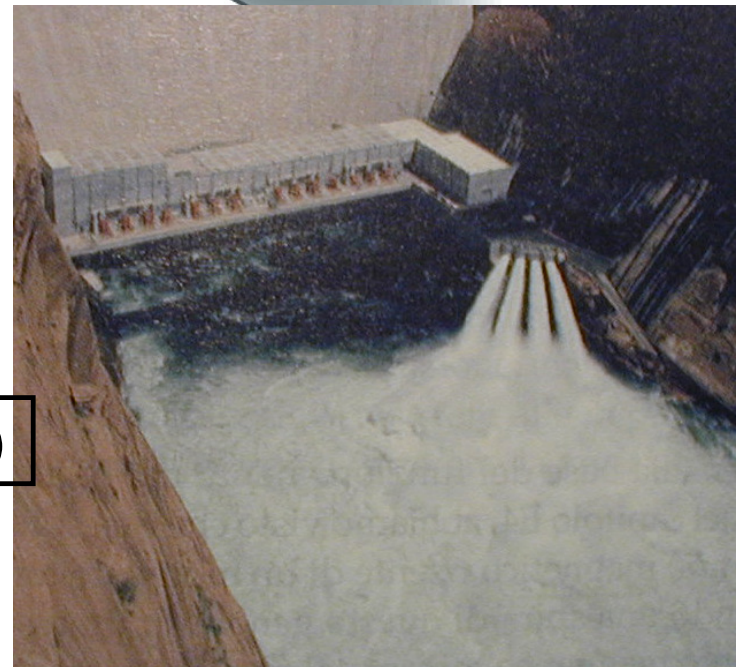
Energia elettrica
in uscita

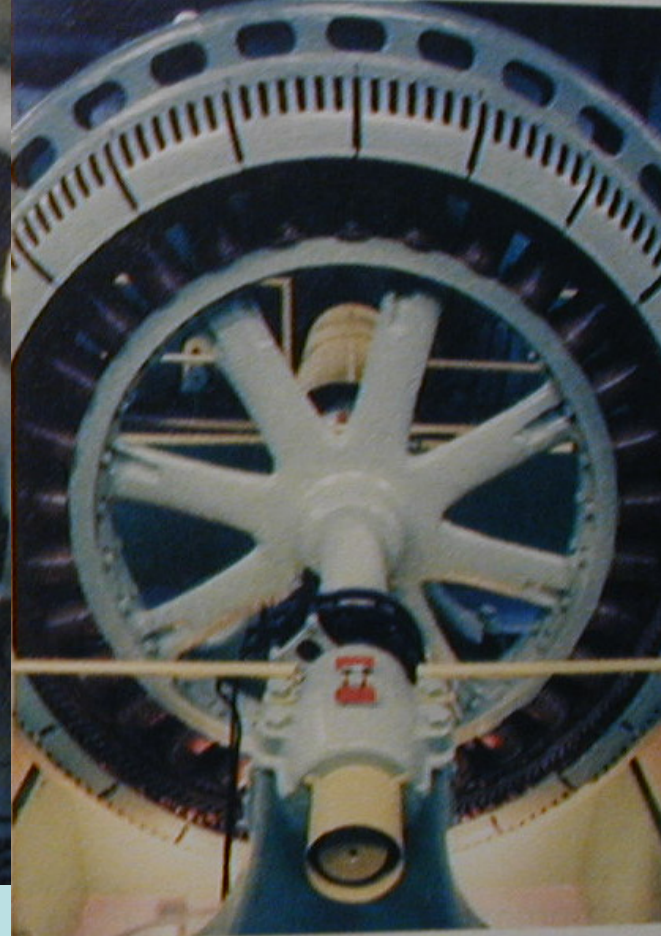
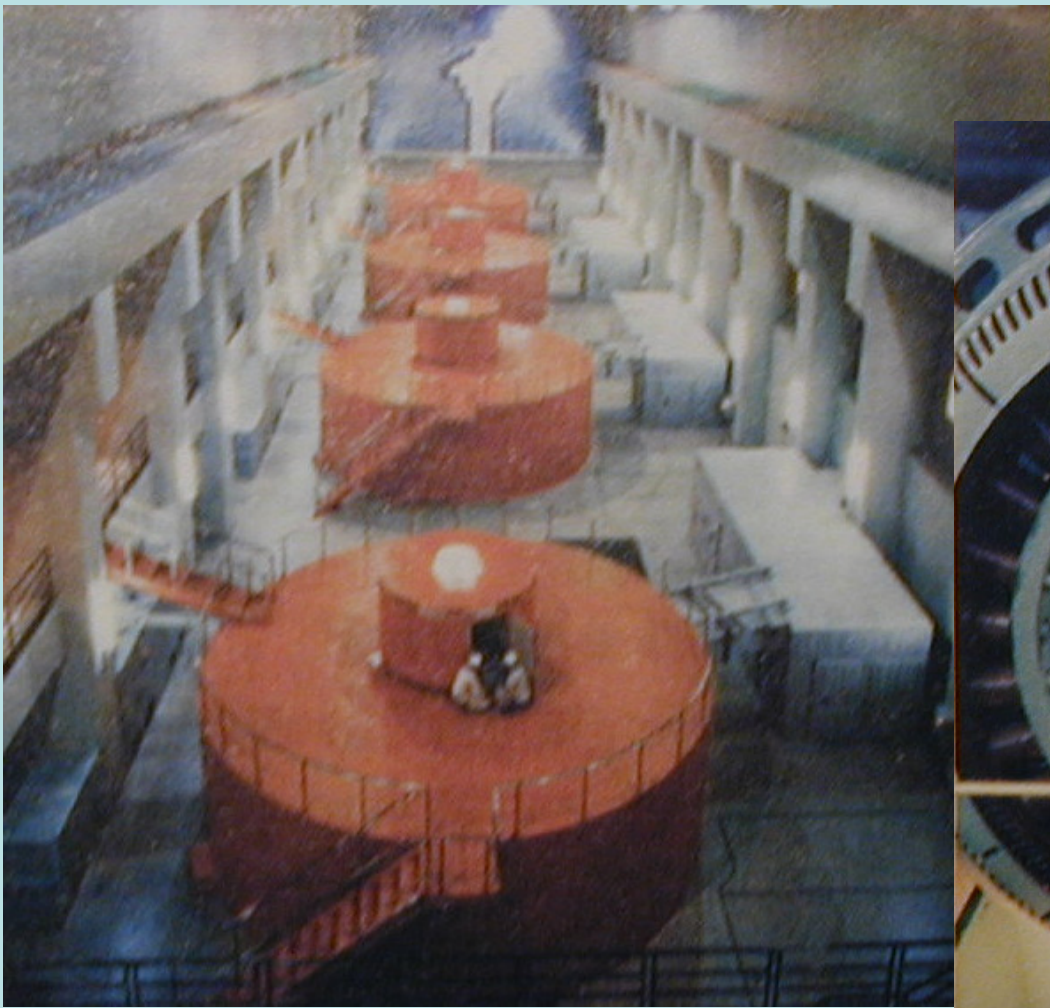
Spazzole



$$\Phi = BA \cos(\omega t)$$

$$\mathcal{E} = - \Delta\Phi_B / \Delta t$$

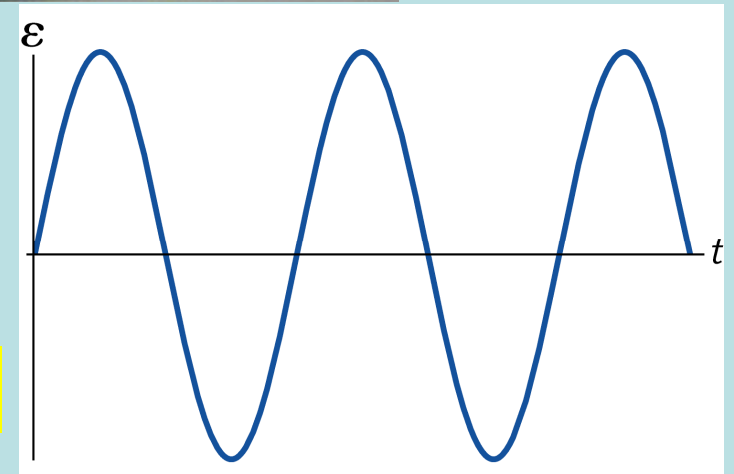




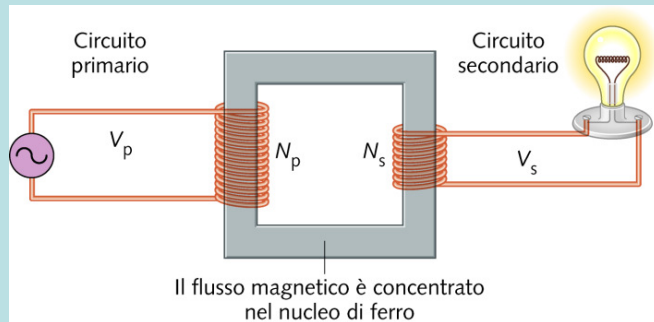
$$\mathcal{E} = - d\Phi/dt$$

$$\mathcal{E}(t) = BA\omega \sin (\omega t)$$

Generatore di corrente alternata

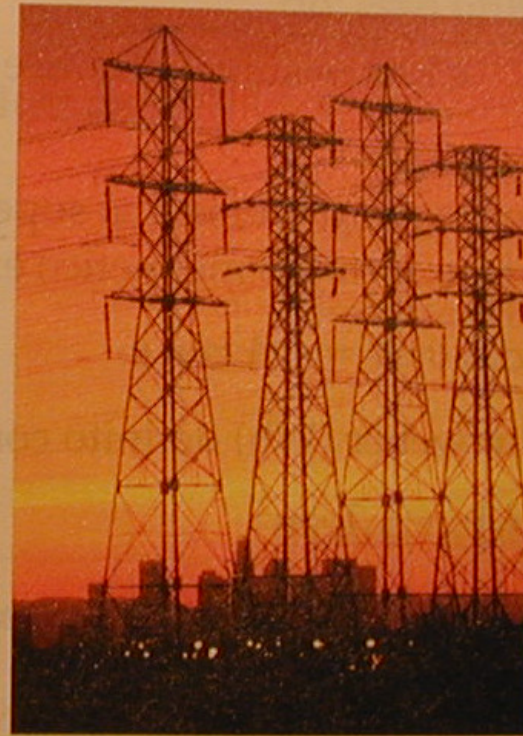
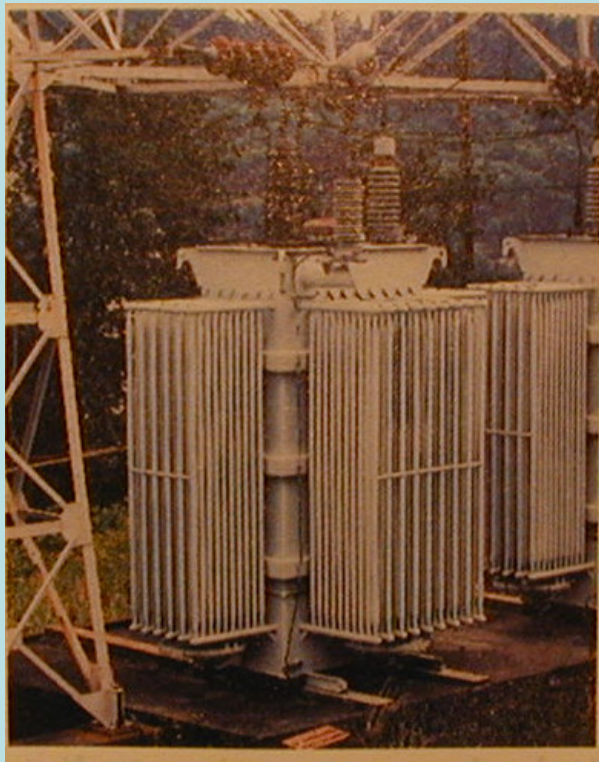


Trasporto di energia elettrica



Le perdite dovute ad effetto Joule vengono minimizzate trasferendo energia elettrica ad alta tensione e bassa intensità di corrente

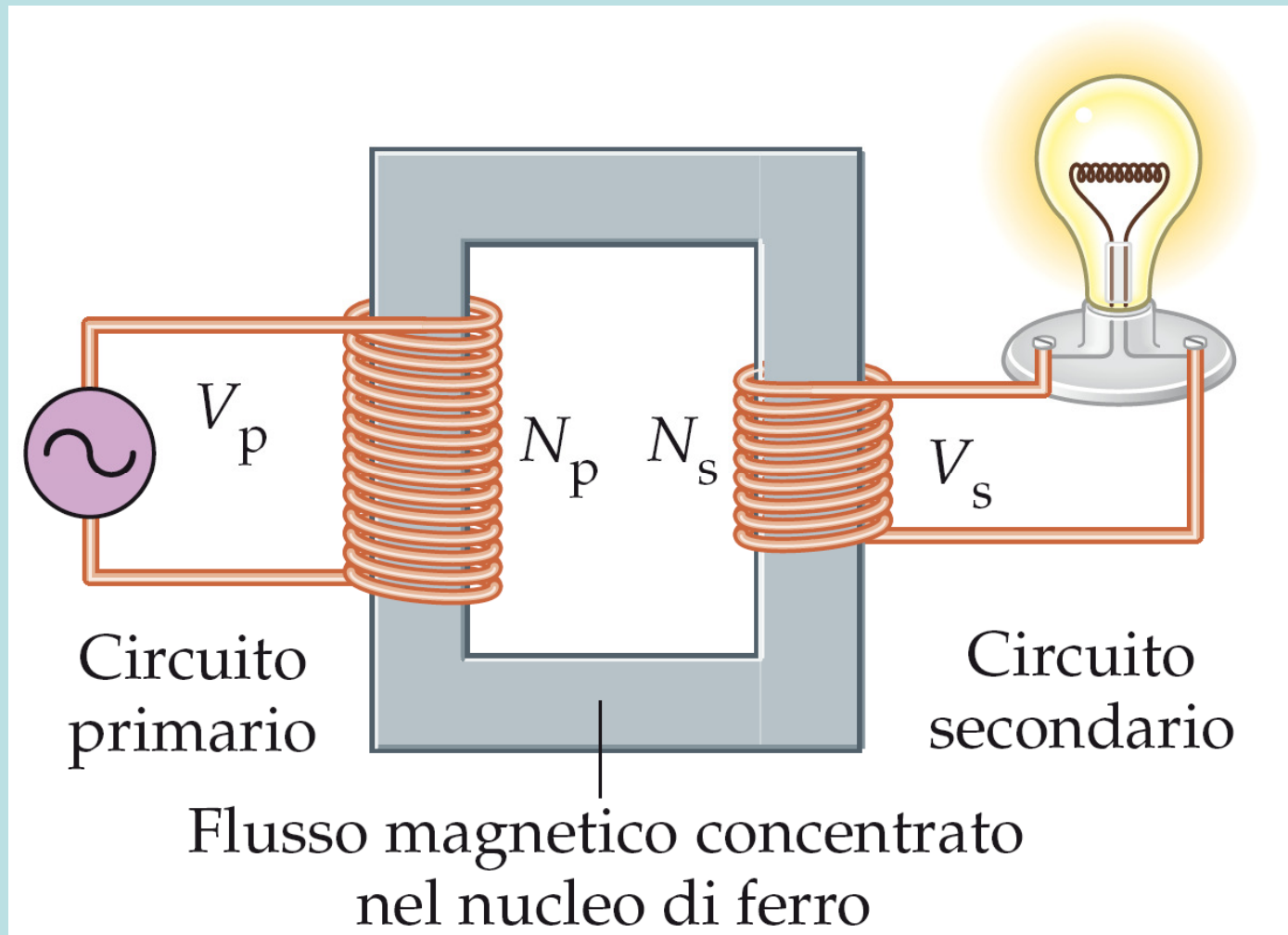
$$P_{\text{JOULE}} = i^2 R$$

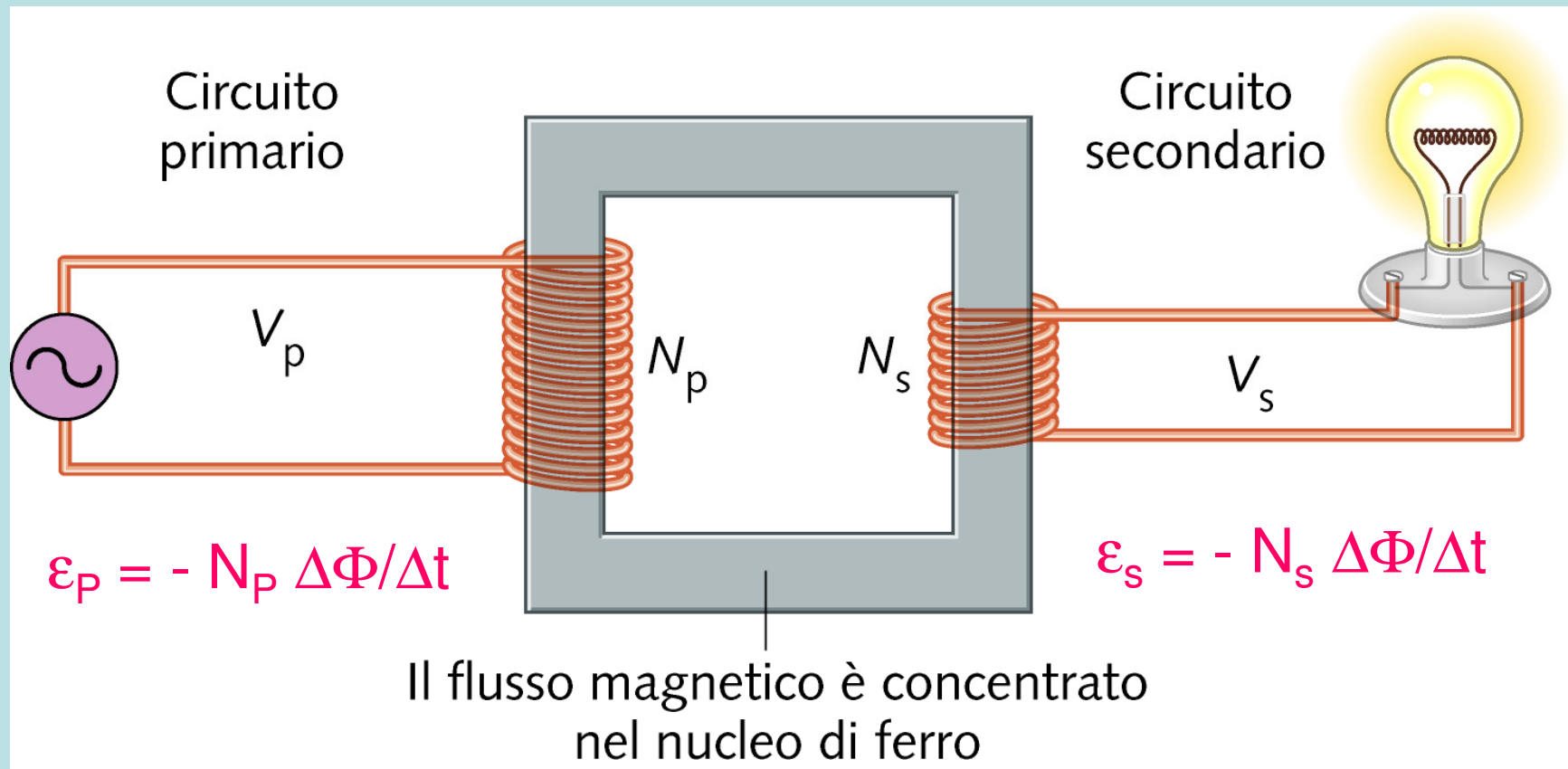


Il processo inverso favorisce poi la sicurezza dell'utilizzatore...

I trasformatori

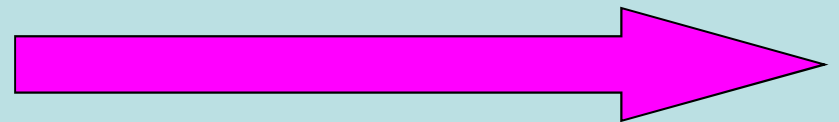
Si utilizza un trasformatore per modificare il valore della tensione associata a una corrente alternata





Il flusso di B attraverso ciascuna spira $\Delta\Phi/\Delta t$ delle due bobine è lo stesso

$$\varepsilon_p / \varepsilon_s = N_p / N_s$$



e se le resistenze delle bobine sono trascurabili ...

dopo aver applicato la legge di Faraday a entrambe le bobine otteniamo

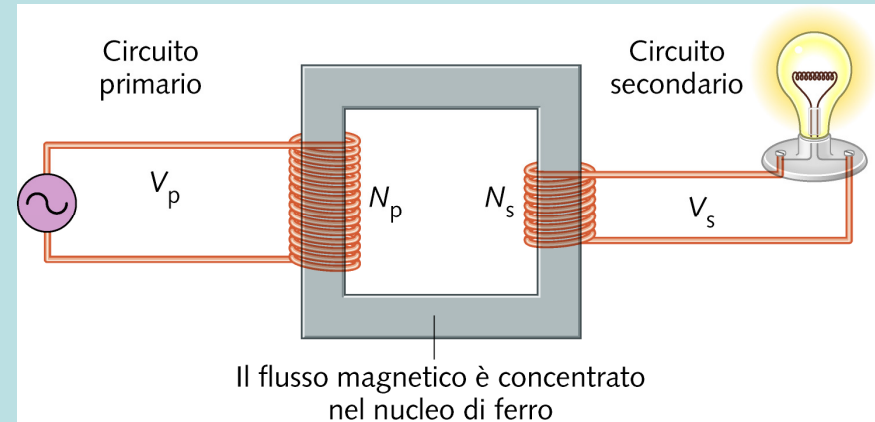
l'equazione del trasformatore

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

(*p* indica la bobina primaria, *s* la bobina secondaria)

$$V_P / V_S = N_P / N_S$$

$$V_S = (N_S / N_P) V_P$$



Per la conservazione della energia
la potenza media impegnata dal primario
deve essere uguale a quella del secondario:

$$I_P V_P = I_S V_S$$

In entrambi i circuiti la potenza deve essere la stessa; perciò a una tensione inferiore corrisponde una corrente più elevata

Equazione del trasformatore (corrente e tensione)

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_P / V_S = I_S / I_P$$

ALIMENTATORE

CORRENTE ALTERNATA c.a. (da rete elettrica): **220 V, 50 Hz**
(60 Hz in USA)



CORRENTE CONTINUA c.c. $\pm 5 \text{ V}, \pm 12 \text{ V}, \pm 15 \text{ V}$

ALIMENTATORE

TRASFORMATORE

riduzione del voltaggio (d.d.p.)

RETTIFICATORE

fornisce corrente unidirezionale
(cioè solo positiva o solo negativa)

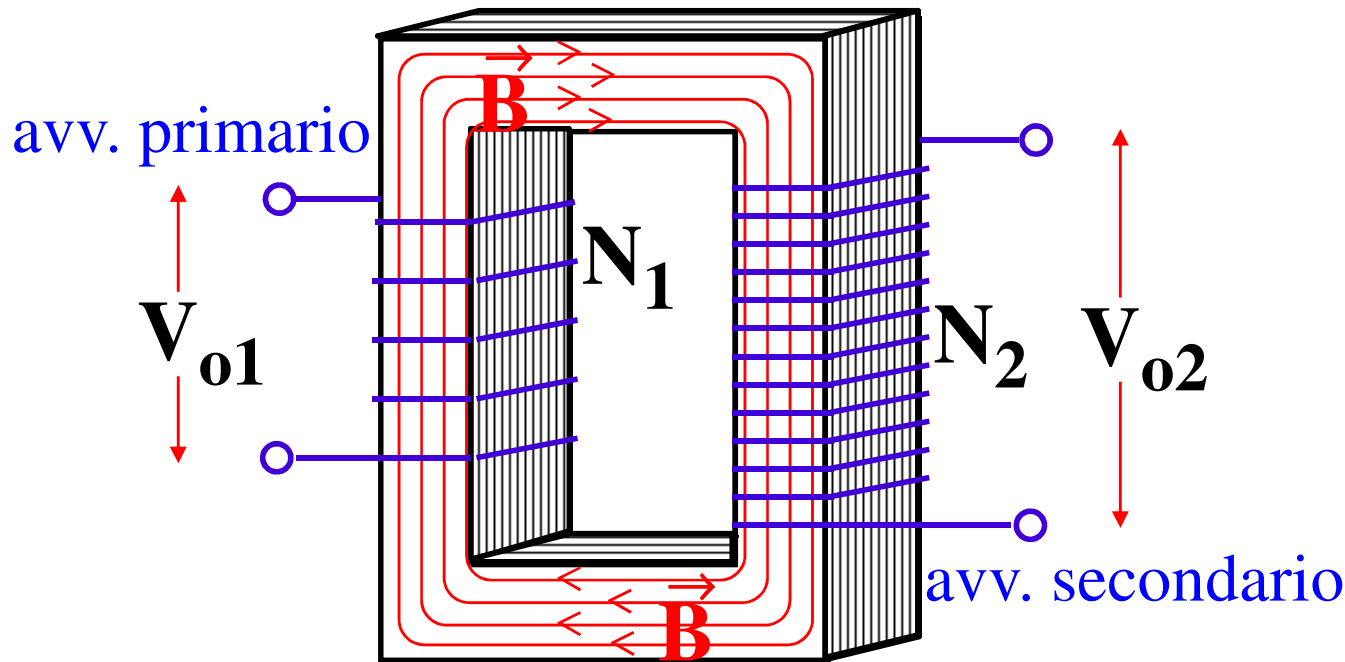
STABILIZZATORE

fornisce corrente continua

TRASFORMATORE

1

(lavora in corrente alternata per ridurre il voltaggio)



$$\frac{V_{o1}}{V_{o2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

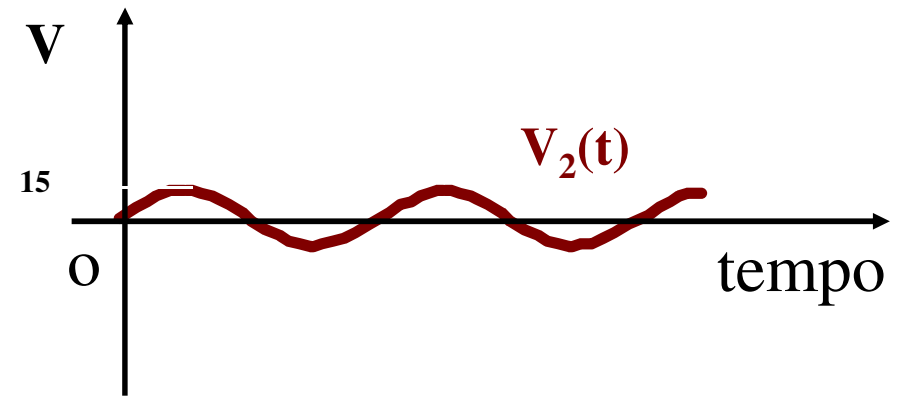
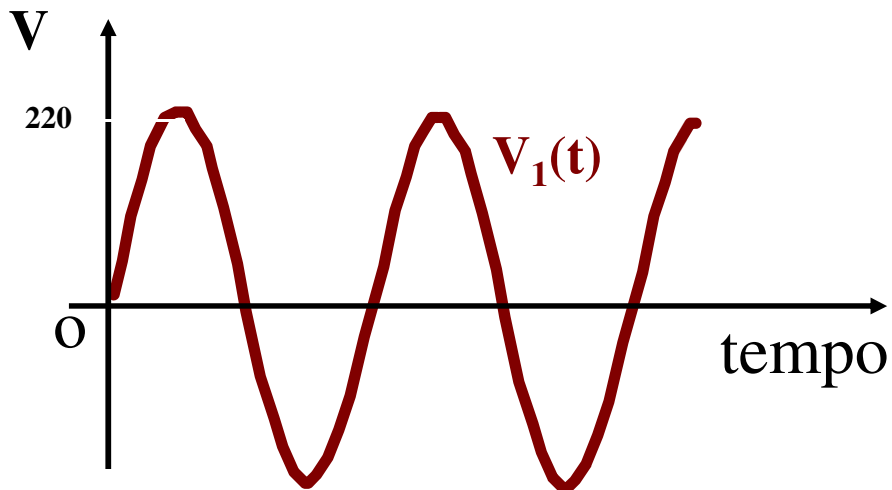
L'avvolgimento primario, attraversato dalla c.a. di rete, genera un flusso magnetico variabile e quindi induce una f.e.m. sull'avvolgimento secondario

● alta d.d.p. → bassa d.d.p.

TRASFORMATORE

2

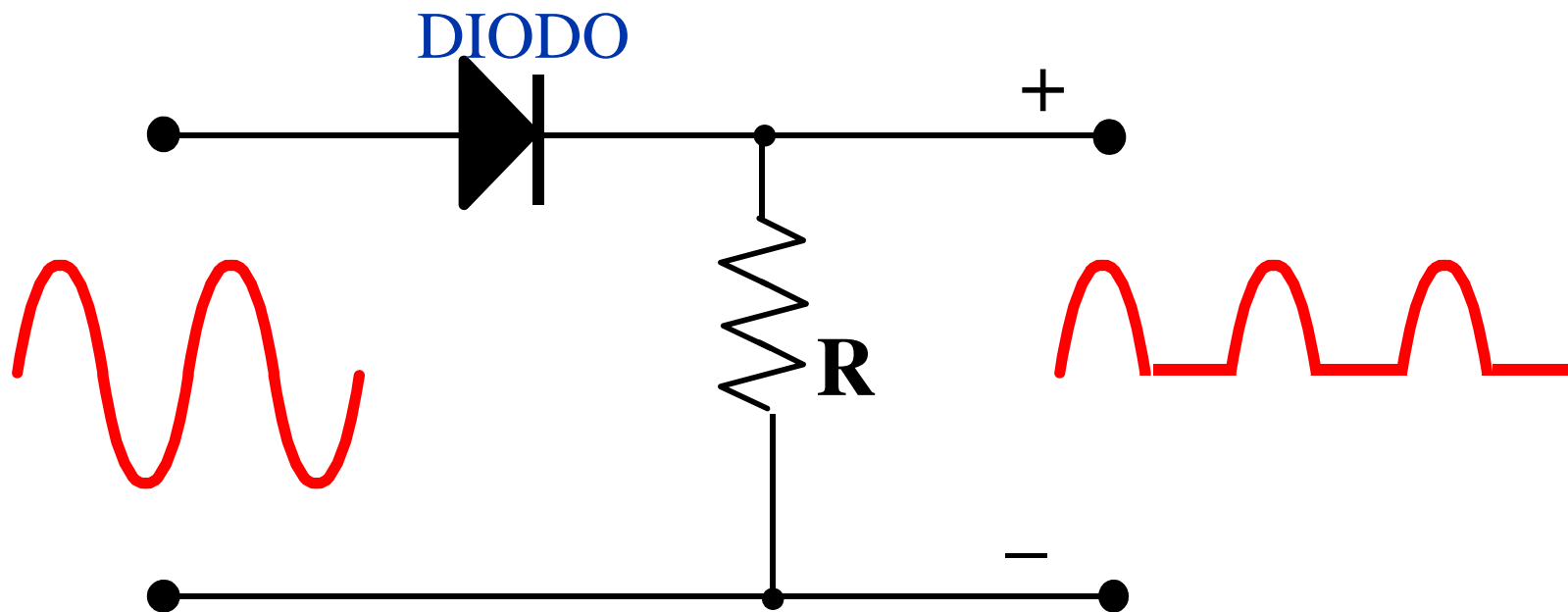
$$\frac{V_{o1}}{V_{o2}} = \frac{N_1}{N_2}$$



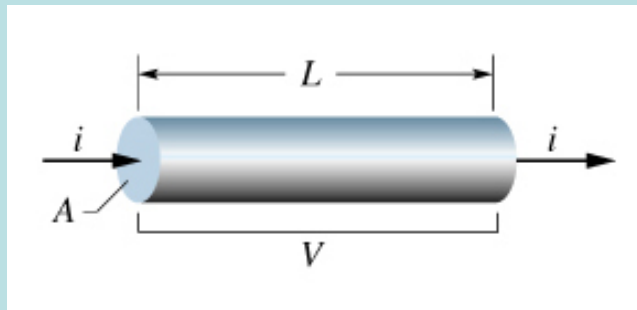
RETTIFICATORE

1

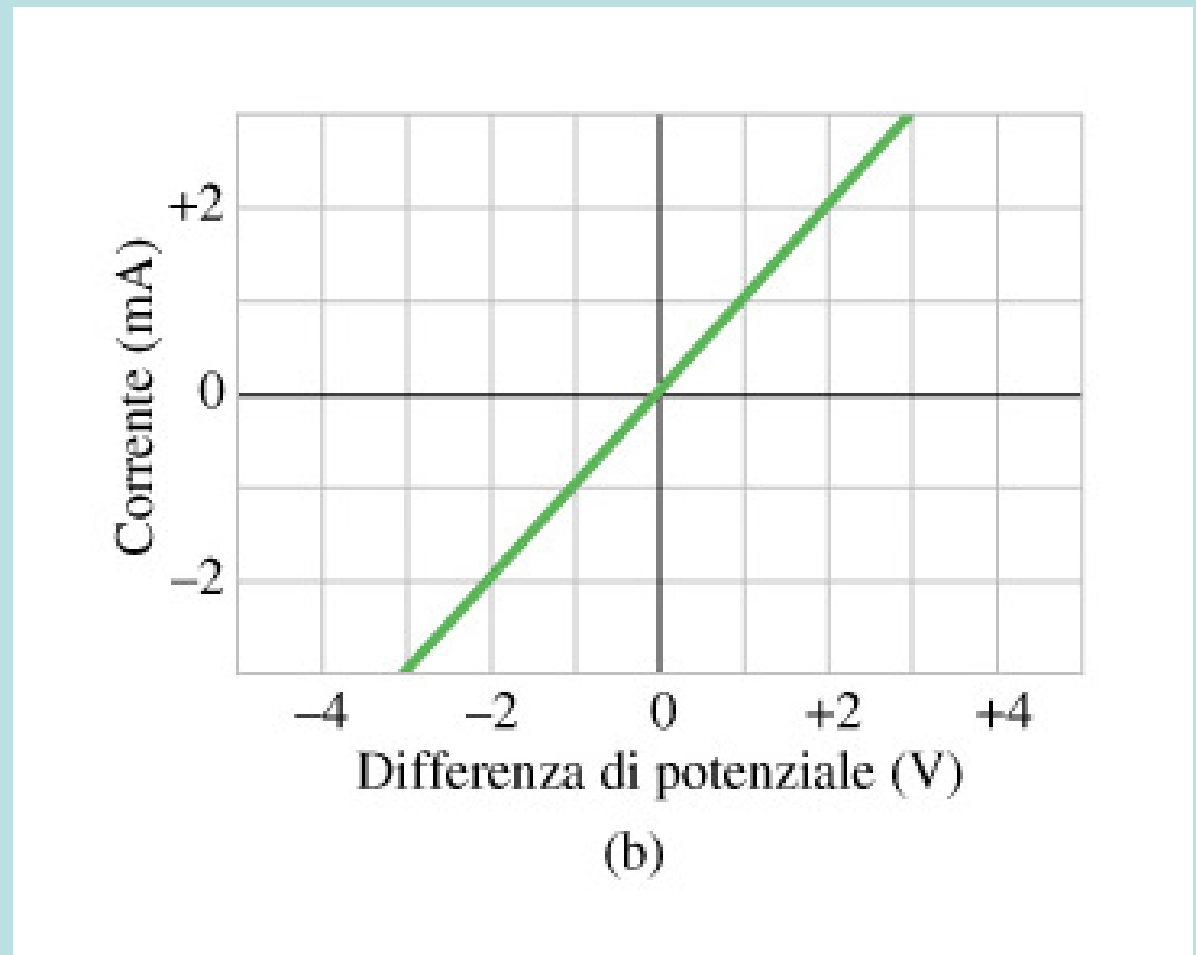
- corrente alternata \longrightarrow corrente unidirezionale
(positiva o negativa ma pulsatile)
- diodo: conduce solo se la polarità è positiva rispetto
al riferimento di terra



RETTIFICATORE A UNA SEMIONDA



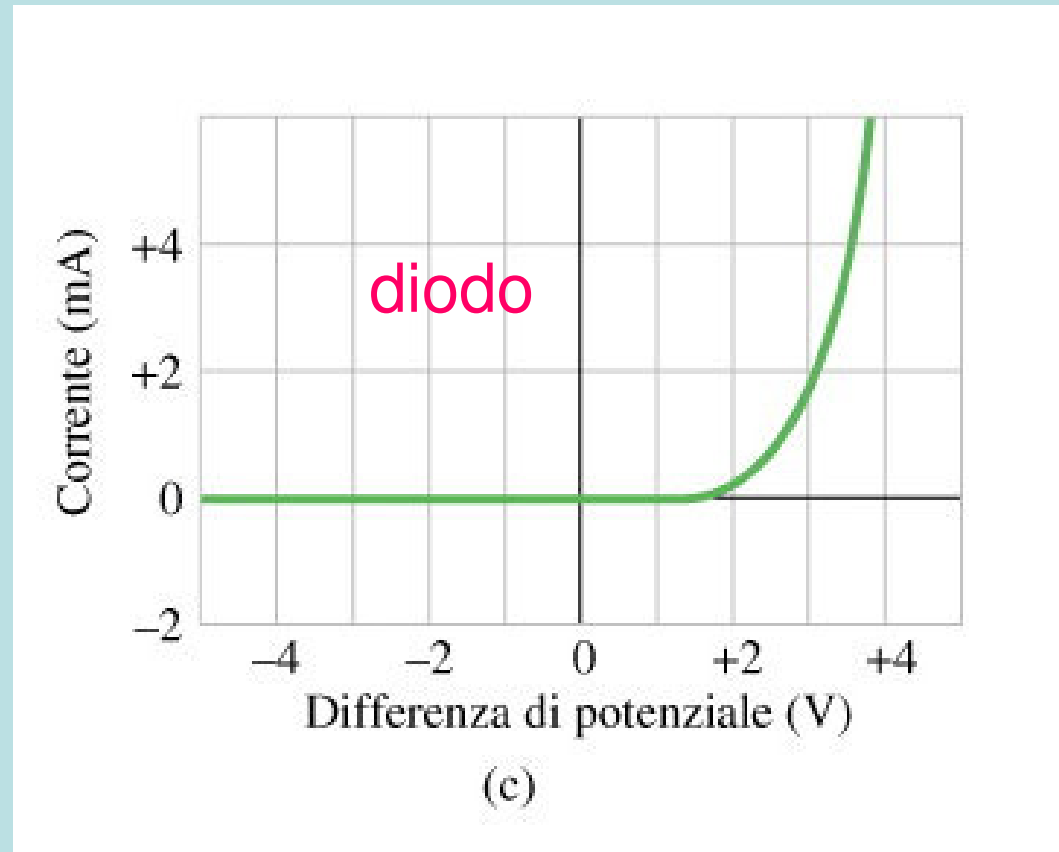
$$R = V/I$$



La caratteristica I-V per un conduttore ohmico è lineare



Diodi, transistor, LED
sono tipici dispositivi **non** ohmici



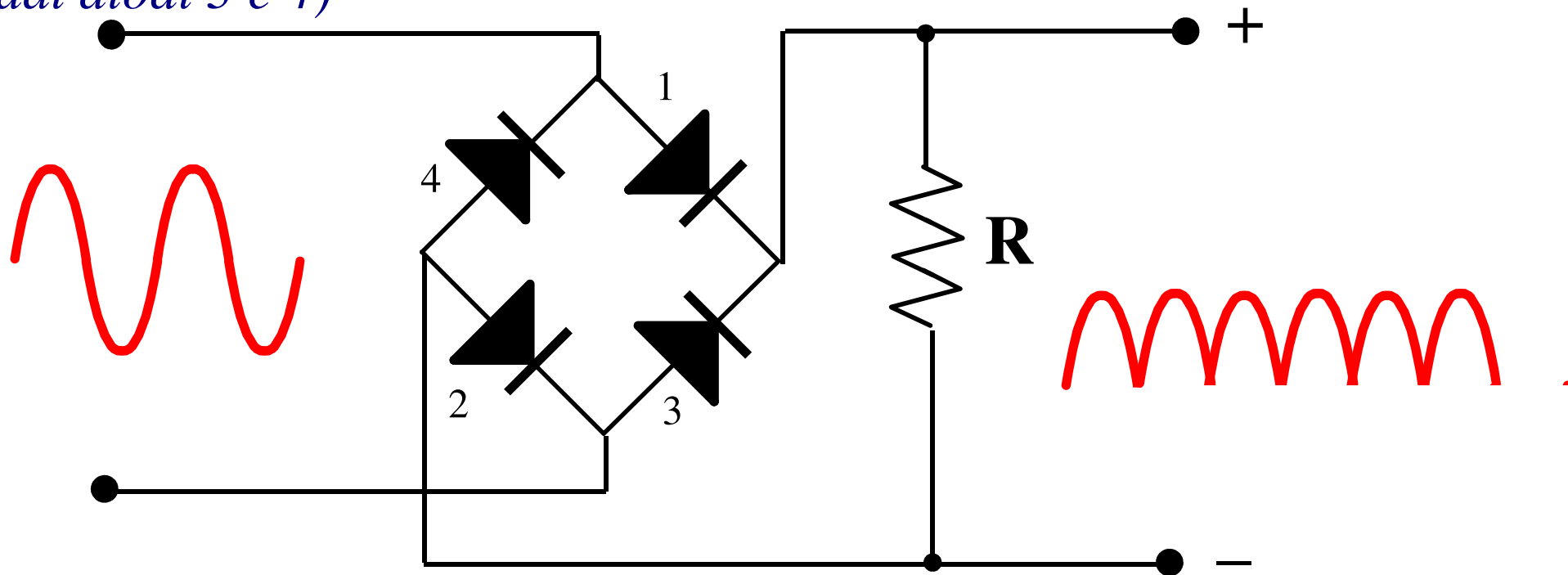
La caratteristica I-V per un conduttore (o dispositivo) non ohmico è tipicamente **non** lineare

RETTIFICATORE

2

RETTIFICATORE A DUE SEMIONDE:

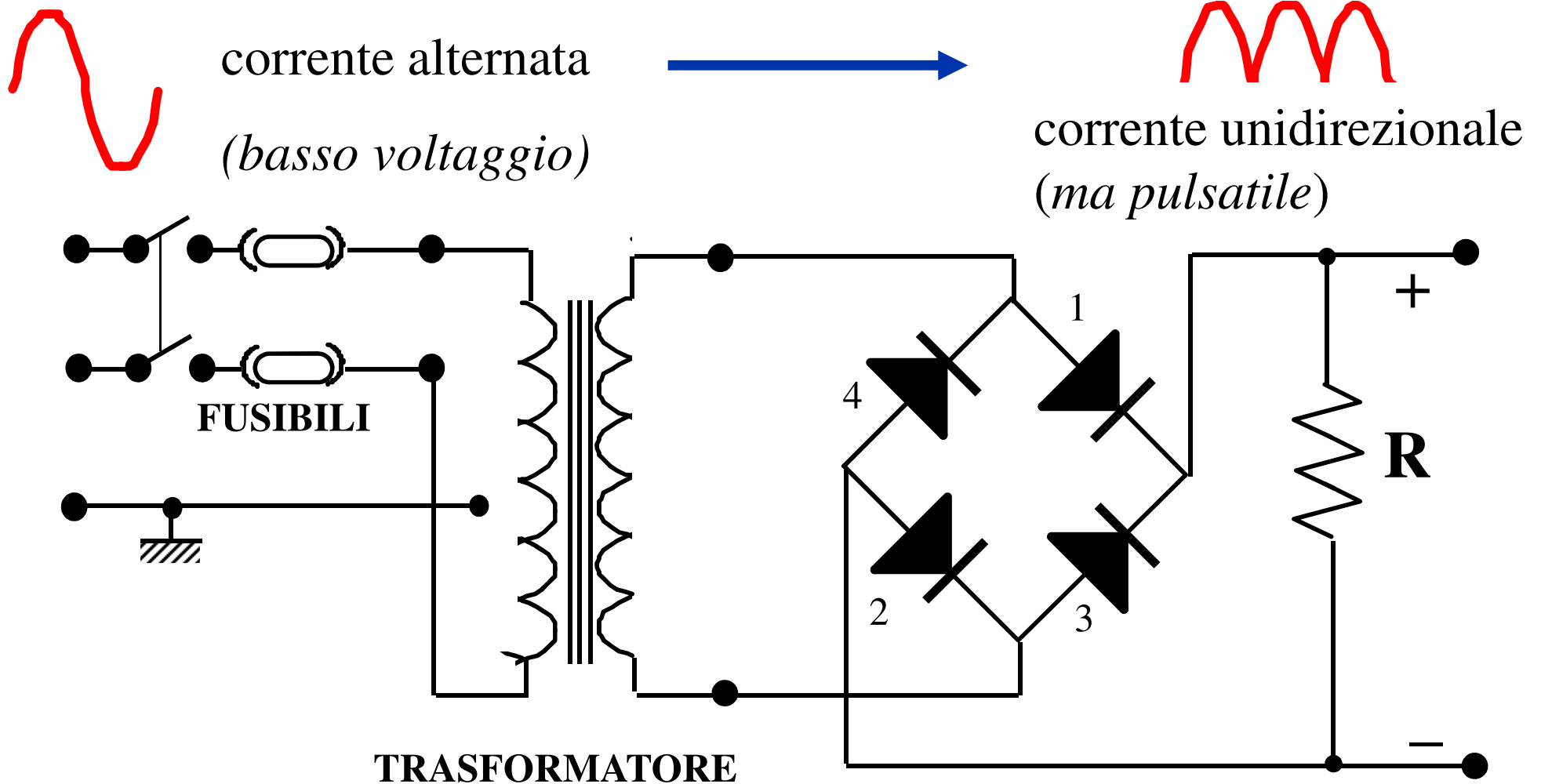
(ponte di Graetz: 4 diodi; durante la semionda positiva la corrente passa dai diodi 1 e 2, durante la semionda negativa la corrente passa dai diodi 3 e 4)



RETTIFICATORE

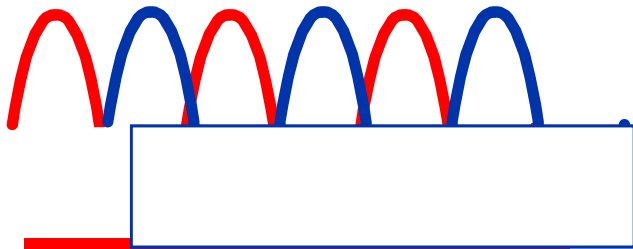
3

Schema della parte rettificatrice di un alimentatore a 2 semionde:



STABILIZZATORE

1

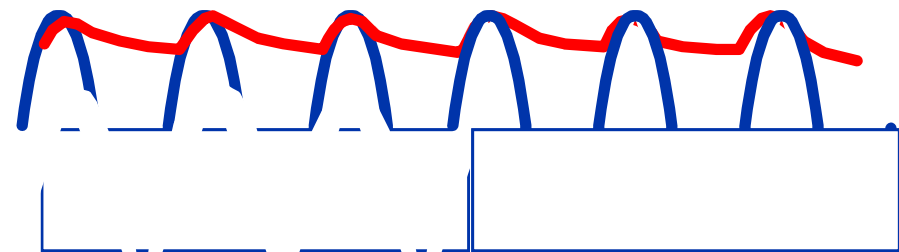
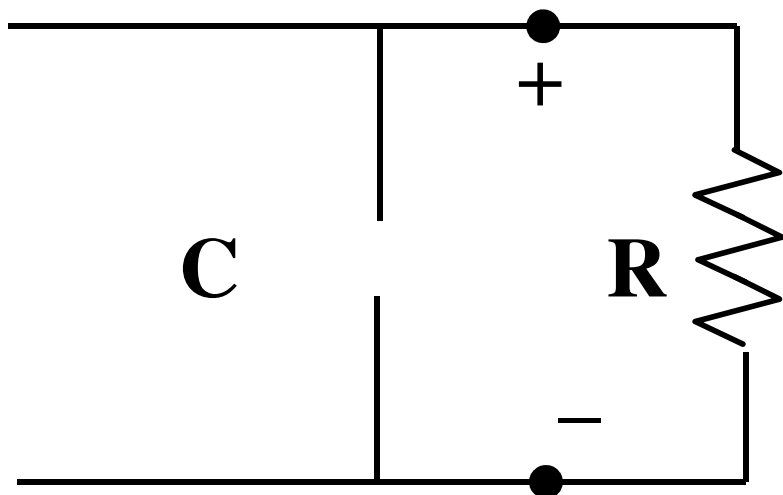


corrente unidirezionale *pulsatile*



corrente unidirezionale *continua*

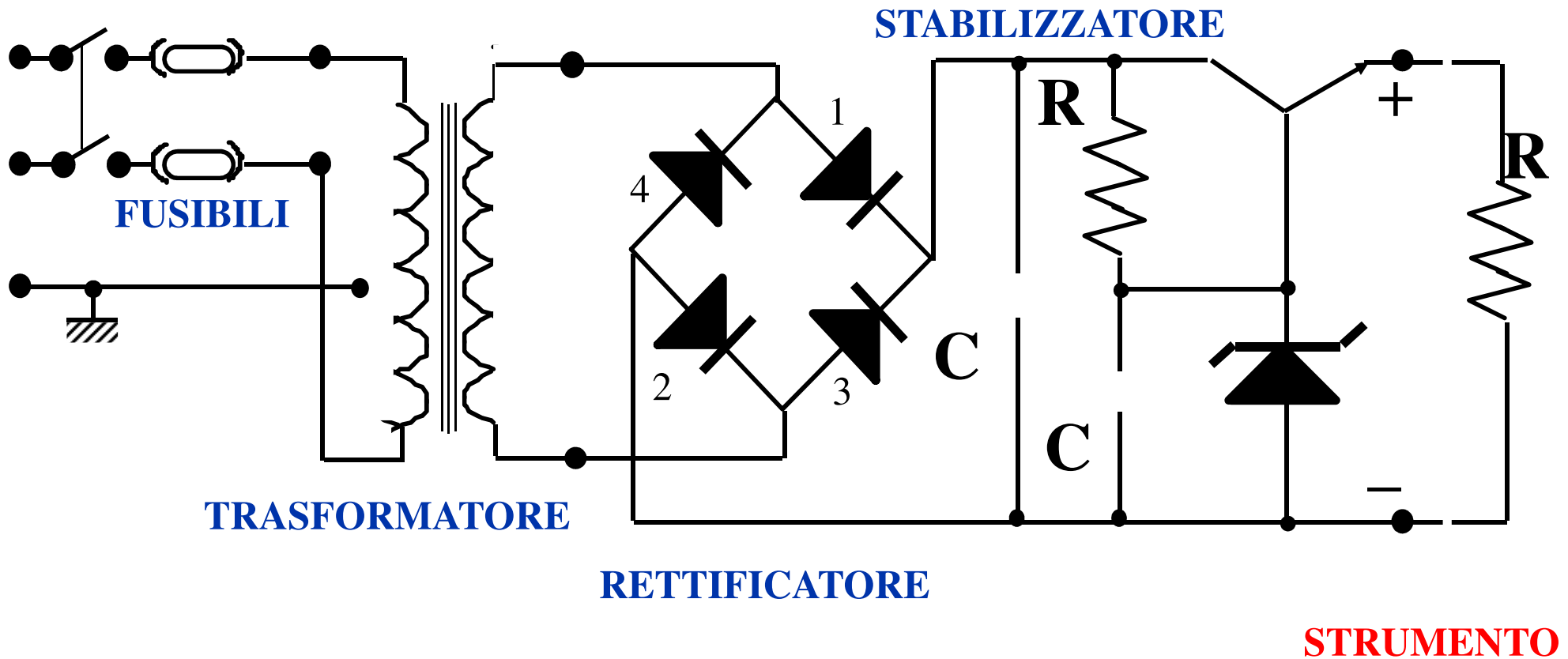
Il più semplice stabilizzatore è un circuito RC
(carica-scarica del condensatore):



Il condensatore si carica durante la salita dell'onda e si scarica durante la discesa

ALIMENTATORE

Schema generale (trasformatore, rettificatore, stabilizzatore):



- Trasformatore: abbassa la tensione
- Rettificatore: fornisce corrente unidirezionale (ad es. sempre positiva) ma pulsatile
- Stabilizzatore: fornisce corrente che è non solo unidirezionale, ma anche continua

