

RADDRIZZATORI

La lezione scorsa abbiamo studiato i **raddrizzatori ad una semionda**, oggi studieremo i **raddrizzatori a doppia semionda**. Ci sono due tipi di raddrizzatore:

- **il raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a ponte di graetz** (è molto economico e si usa per tensioni abbastanza elevate)
- **il raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a presa centrale** (è meno economico e si utilizza per basse tensioni)

Un **raddrizzatore** è un dispositivo che serve a raddrizzare un segnale bipolare (bidirezionale), e quindi a trasformarlo in un segnale unipolare (monodirezionale). Il raddrizzatore, collegato al trasformatore, è usato per trasformare la **corrente alternata** in **corrente continua**.

Oggi studiamo il **trasformatore!!!**

Il **trasformatore** è un componente che trasforma i parametri elettrici. Il trasformatore ideale ha potenza di ingresso e potenza di uscita uguali tra loro, cioè:

$$P_i = P_o$$

$$V_i \cdot I_i = V_o \cdot I_o$$

Equazione 1

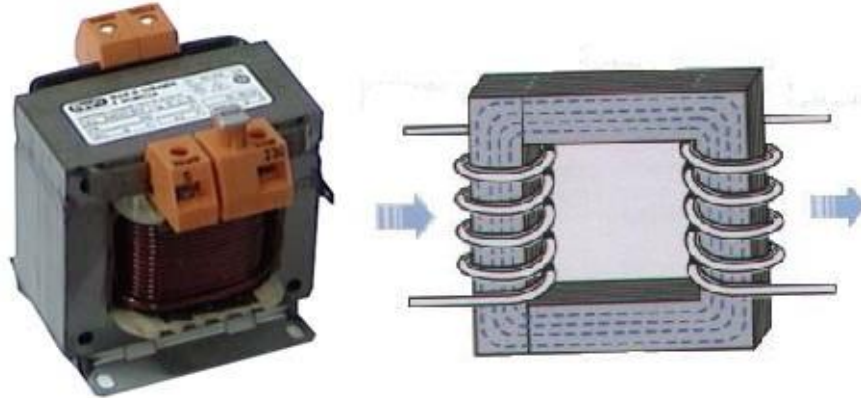
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{I_i}{I_o}$$

Quindi se $V_i > V_o \Rightarrow I_o > I_i$ ciò vuol dire che se aumenta la I, diminuisce la V e viceversa (quindi si invertono i parametri elettrici). Ecco perché le linee della corrente elettrica hanno alta tensione, così la I è bassa (in caso contrario, e cioè se i fili sono attraversati da alta corrente, essi si riscaldano per cui si dilatano).

Gli **alimentatori** (esempio: caricabatterie) contengono al loro interno un circuito con **svariati componenti**, tra i quali almeno un trasformatore. Questi componenti sono appositamente collegati tra di loro per trasformare la tensione di casa **alternata** in una tensione **continua** in uscita.

Il trasformatore ha il compito di abbassare la tensione di rete; esso è composto in genere da due avvolgimenti distinti: uno, di entrata, detto primario, che viene

collegato a 220V; uno di uscita, detto secondario, che fornisce una tensione più bassa di quella in entrata, adatta alle esigenze dell'utilizzatore, cioè dell'apparecchio che si vuole alimentare.



Esso può essere fatto in aria o su un supporto magnetico costituito; è composto da tanti sottili lamierini di acciaio al silicio a grani orientati (vuol dire che i cristalli di silicio sono tutti orientati) impacchettati tra loro, attorno ai quali sono avvolte delle spire di filo in rame smaltato a formare due avvolgimenti, quello primario e quello secondario. Il filo di rame viene smaltato per evitare che le spire dei due avvolgimenti vengano a contatto e quindi vadano in cortocircuito. Quando, infatti, il trasformatore si riscalda molto, lo smalto si rovina per cui l'avvolgimento primario viene a contatto con quello secondario e si ha cortocircuito.

L'avvolgimento primario è collegato alla tensione di rete ed **induce** una tensione nell'avvolgimento secondario. Chiaramente, la tensione che misuriamo sull'uscita dell'avvolgimento **secondario**, dipende dal **rapporto tra il numero di spire dell'avvolgimento primario ($N_{avv\ pri}$) ed il numero di spire dell'avvolgimento secondario ($N_{avv\ sec}$)**.

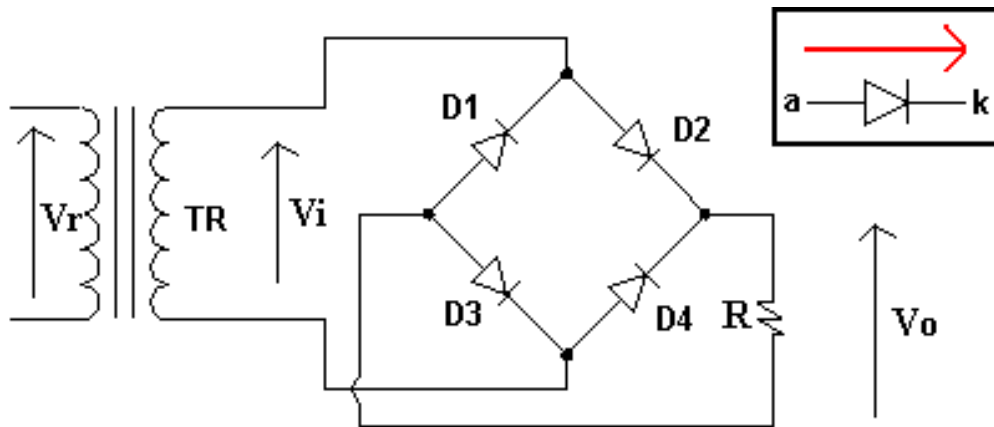
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{N_{avvpri}}{N_{avvsec}}$$

Dal rapporto sopra si capisce che, per ottenere una tensione di uscita bassa, è necessario aumentare il numero di spire sull'avvolgimento secondario rispetto al numero di spire di quello primario. Questo perché un aumento del numero di spire

dell'avvolgimento secondario rispetto al numero di spire di quello primario, implica che l'avvolgimento secondario sia attraversato da una corrente più alta e di conseguenza, otterremo una tensione di uscita bassa (ciò deriva dal fatto che nei trasformatori ideali la potenza in entrata è uguale a quella di uscita (vedi equazione 1)).

Raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a ponte di graetz

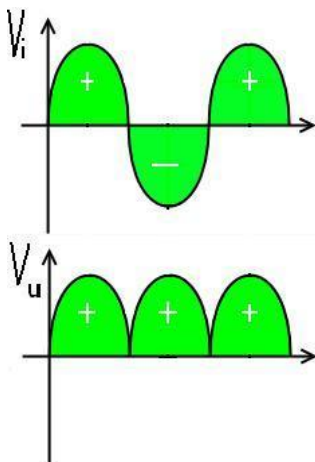
Il ponte di diodi (di Graetz) è costituito da quattro diodi che permettono di raddrizzare un segnale alternato, grazie alla loro caratteristica di permettere il passaggio della corrente in una sola direzione.



Vediamo come funziona il trasformatore nei casi di diodo ideale (I^a approssimazione) e di diodi reali.

I^a approssimazione

Ricordandoci che la tensione v_i è una tensione alternata di tipo sinusoidale, dovremo considerare due casi: **caso A) semionda positiva (+); caso B) semionda negativa (-)**



Caso A)

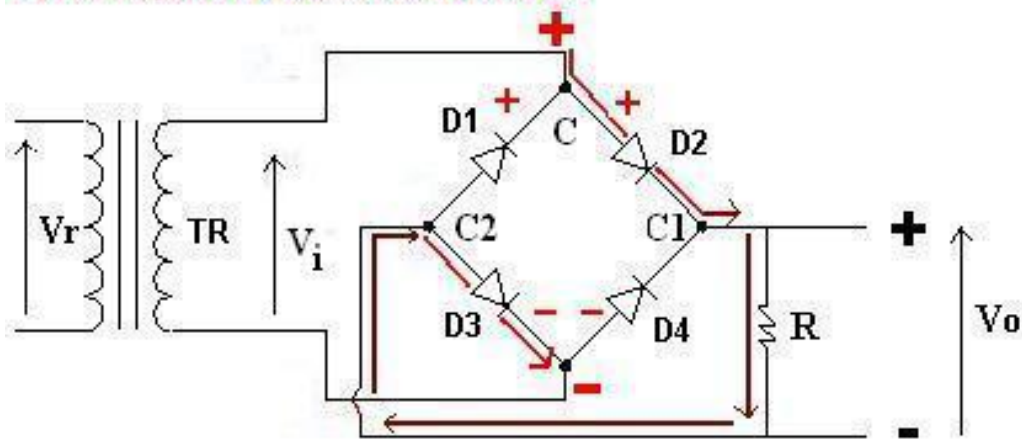
Consideriamo la semionda positiva della funzione seno (+ in alto, - in basso)

La tensione applicata ai morsetti genera un flusso di corrente che percorre il circuito dove gli è possibile.

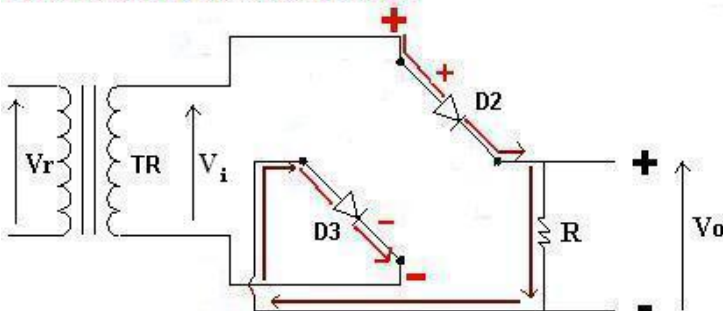
Durante la **semionda positiva** sono polarizzati direttamente i diodi D_2 e D_3 , invece sono polarizzati inversamente i diodi D_1 e D_4 . Ricordiamo che in un diodo la corrente scorre solo in un verso (dall'anodo verso il catodo) (diodo polarizzato direttamente $\rightarrow$ anodo positivo/catodo negativo).

Pertanto, la corrente segue il percorso segnato in rosso.

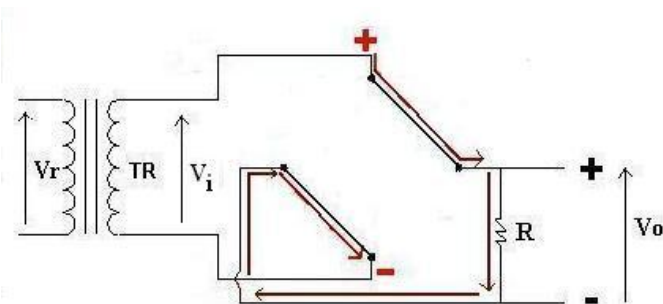
La corrente positiva scorre dal ramo alto verso quello basso, quindi attraversa D_2 e D_3



La corrente positiva scorre dal ramo alto verso quello basso, quindi attraversa D_2 e D_3



La figura a sinistra mostra il circuito da prendere in considerazione, in cui abbiamo solamente eliminato i diodi D_1 e D_4 polarizzati inversamente e pertanto non attraversati da corrente



Nel caso della 1^a approssimazione (diodo ideale), se la tensione applicata sul diodo è positiva, il diodo si comporta come un cortocircuito (figura a destra).

In tal caso:

$$V_o = V_i$$

Caso B)

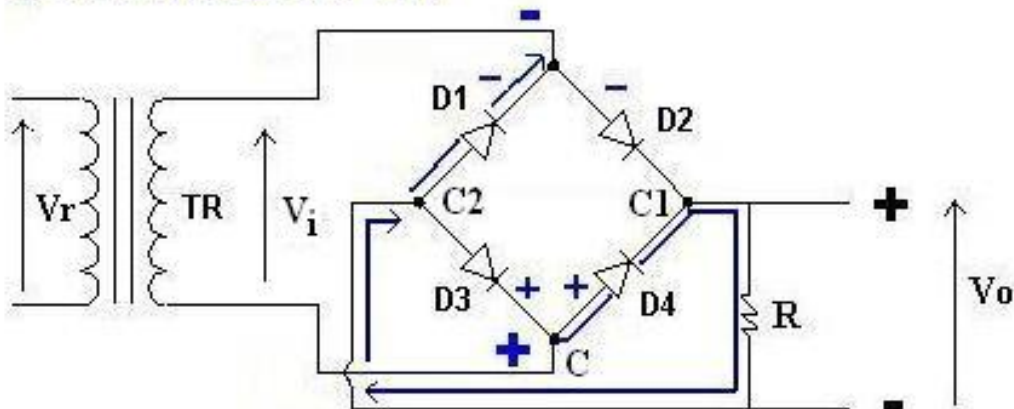
Consideriamo la semionda negativa della funzione seno (+ in basso, - in alto)

La tensione applicata ai morsetti genera un flusso di corrente che percorre il circuito dove gli è possibile.

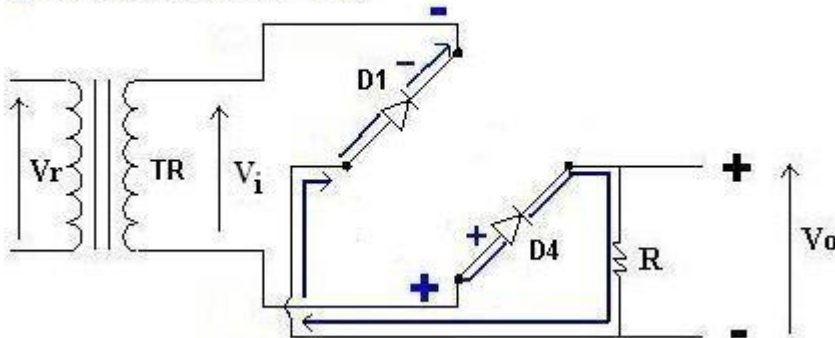
Durante la **semionda negativa** sono polarizzati direttamente i diodi D_4 e D_1 ,
invece sono polarizzati inversamente i diodi D_2 e D_3 .

Pertanto, la corrente segue il percorso segnato in blu.

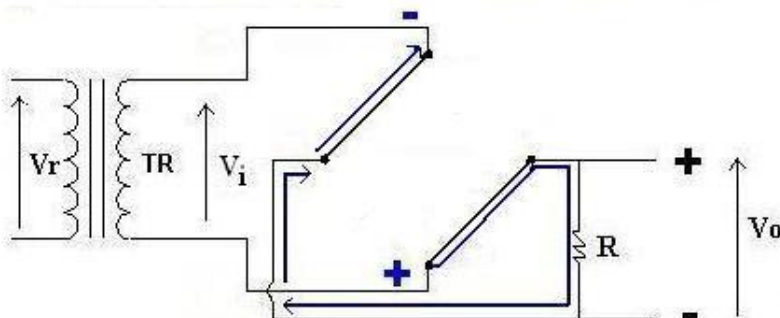
**La corrente negativa scorre dal ramo basso verso l'alto,
quindi attraversa D_4 e D_1**



**La corrente negativa scorre dal ramo basso verso l'alto,
quindi attraversa D_4 e D_1**



La figura a sinistra mostra il circuito da prendere in considerazione, in cui abbiamo solamente eliminato i diodi D_2 e D_3 polarizzati inversamente e pertanto non attraversati da corrente



Nel caso della I^a approssimazione (diodo ideale), se la tensione applicata sul diodo è positiva, il diodo si comporta come un cortocircuito (figura a destra).

In tal caso:

$$V_o = V_i$$

OSSERVAZIONE IMPORTANTE

In entrambe le situazioni risulta evidente una condizione comune; la **resistenza** è attraversata da una corrente che la percorre sempre dall'alto verso il basso, dando luogo in entrambi i casi ad una **tensione positiva in uscita**.

Nel caso di **diodo ideale**, possiamo dunque affermare di essere riusciti a dar luogo ad un segnale positivo senza intervalli di tempo tra una semionda e l'altra (**vedi diagramma**).

Utilizzando **diodi reali** avremo sempre ai capi del diodo una tensione di 0,6-0,8 V, che comporta un abbassamento del valore massimo di tensione in uscita, ed un distacco tra le semionde ottenute (**vedi diagramma per la seconda e terza approssimazione**). Infatti, se vogliamo studiare il raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a ponte di graetz usando la II^a e III^a approssimazione del diodo avremo:

II^a approssimazione

$$V_O = V_i - 2 \cdot V_\gamma$$

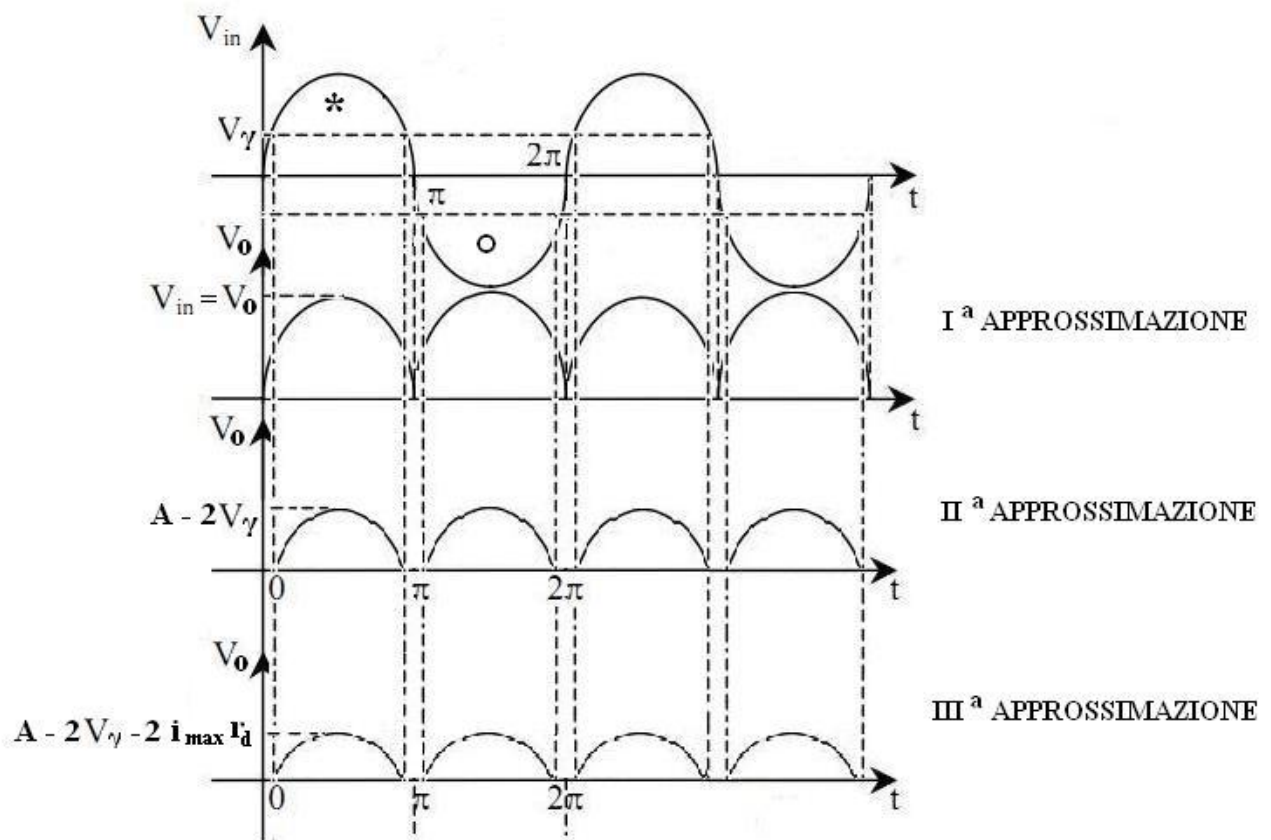
III^a approssimazione

$$V_O = V_i - 2 \cdot V_\gamma - 2 \cdot i \cdot r_d$$

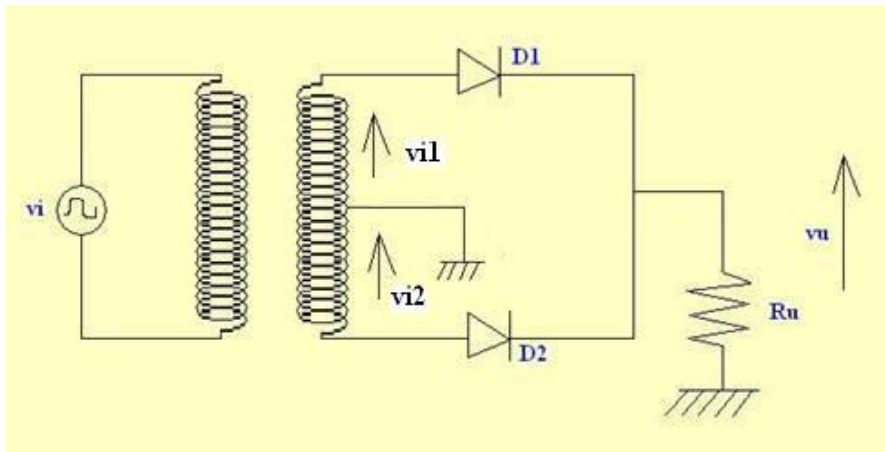
NOTA: il coefficiente 2 è inserito poiché in un ponte raddrizzatore, durante ogni semionda, conducono due diodi.

* semionda positiva (conducono D2 e D1)

o semionda negativa (conducono D4 e D1)



Raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a presa centrale



In questo tipo di raddrizzatore il problema dipende dalla presa centrale; è necessario trovare il punto centrale di modo che $V_{i1} = V_{i2}$.

Un raddrizzatore a due semionde, come già visto, sfrutta sia la semionda positiva che la semionda negativa del segnale d'ingresso.

Durante la **semionda positiva** (+ in alto) il diodo D_1 è polarizzato direttamente e in uscita abbiamo una tensione positiva, mentre il diodo D_2 è polarizzato inversamente e quindi non conduce.

Durante la **semionda negativa** (+ in basso) il diodo D_2 è polarizzato direttamente e in uscita abbiamo ancora una tensione positiva, mentre il diodo D_1 non conduce.

In entrambi i casi, la **tensione di uscita è positiva** in quanto la **resistenza** è attraversata dalla corrente sempre dall'alto verso il basso.

I^a approssimazione

$$V_o = V_i$$

II^a approssimazione

$$V_o = V_i - V_\gamma$$

III^a approssimazione

$$V_o = V_i - V_\gamma - i \cdot r_d$$

I diagrammi sono gli stessi di quelli del raddrizzatore a doppia semionda con trasformatore a ponte di graetz.