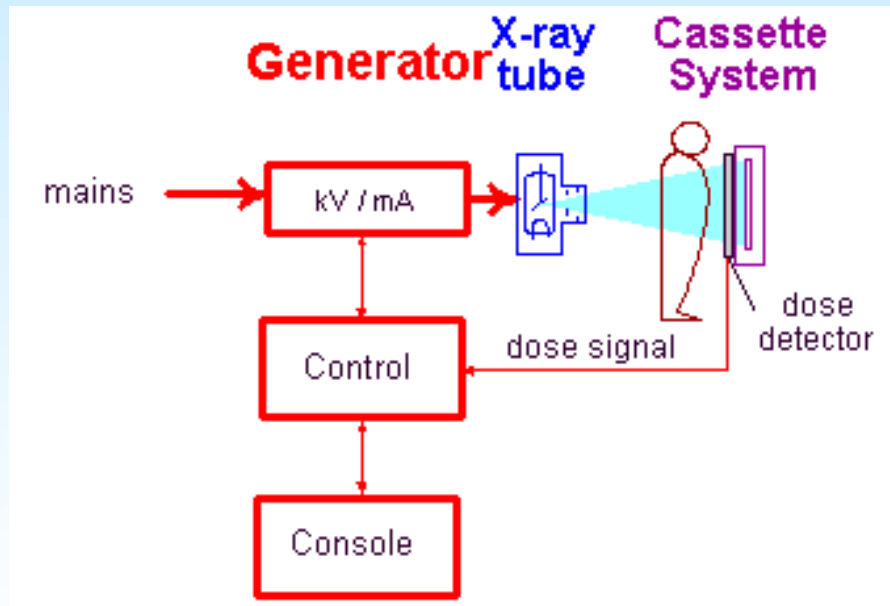


# Generatore



Un sistema a raggi-x  
consiste di:

- Tubo a raggi-x
- Sistema di rilevazione
- Generatore**

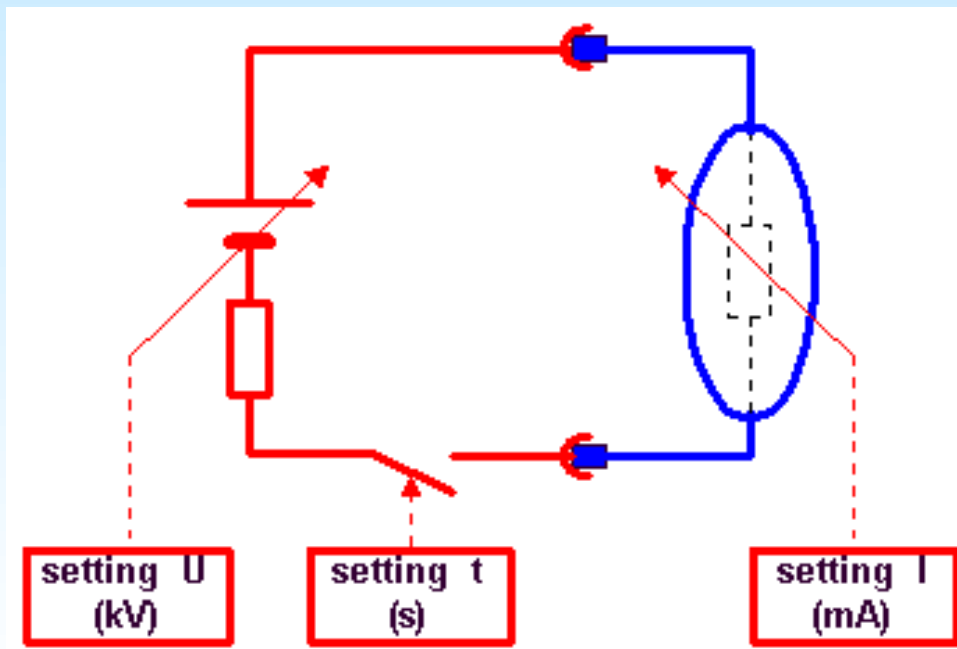
**Il generatore trasferisce la potenza elettrica  $P$  (KW) al tubo a raggi-x**

I parametri  $U$  (KV) e  $I$  (mA) vengono impostati alla console del generatore.

Anche lo start e stop dell'esposizione (tempo  $t$ ) vengono definiti alla console del generatore

La selezione del tempo  $t$  (s) e della corrente  $I$  (mA), cioè il carico elettrico  $Q$  (mAs) viene fatta in combinazione





**Le funzioni basiche dei un generatore sono quindi la generazione dei seguenti parametri:**

- Alta Tensione **U (KV)**
- Corrente al tubo **I (mA)**
- Start e stop **t (s)**

**Il tubo a raggi-x converte l'energia elettrica fornita in raggi-x**



La caratteristica della radiazione generata dipende dai differenti livelli dei tre parametri di energia, ripercuotendosi nella qualità della radiografia

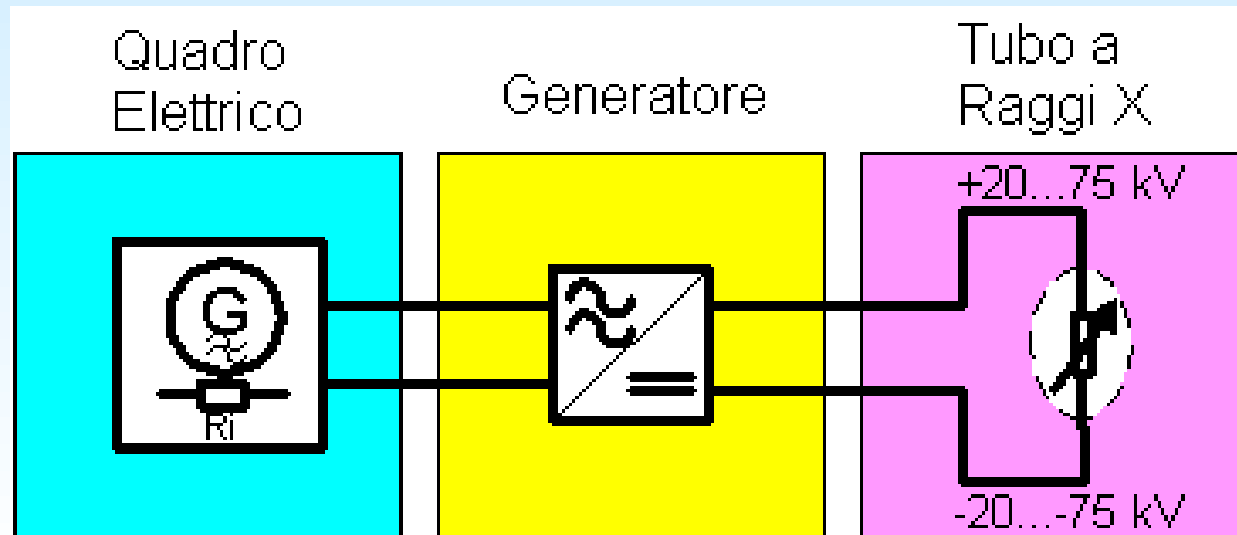
**U** = Il livello di energia dei quanta di raggi-x generati dipende dal livello dei KV forniti. La penetrazione dei quanta attraverso la materia è maggiore tanto più alta è il livello della loro energia

**I** = La densità dei quanta di raggi-X (quanta per unità di tempo) è tanto alta quanto alta è la corrente che passa attraverso il tubo

**T** = Il numero totale di quanta di raggi x dipende dal tempo durante il quale un certo flusso irradia un oggetto, per permettere di esporre un film radiografico o un oggetto ripreso da un tubo di una telecamera



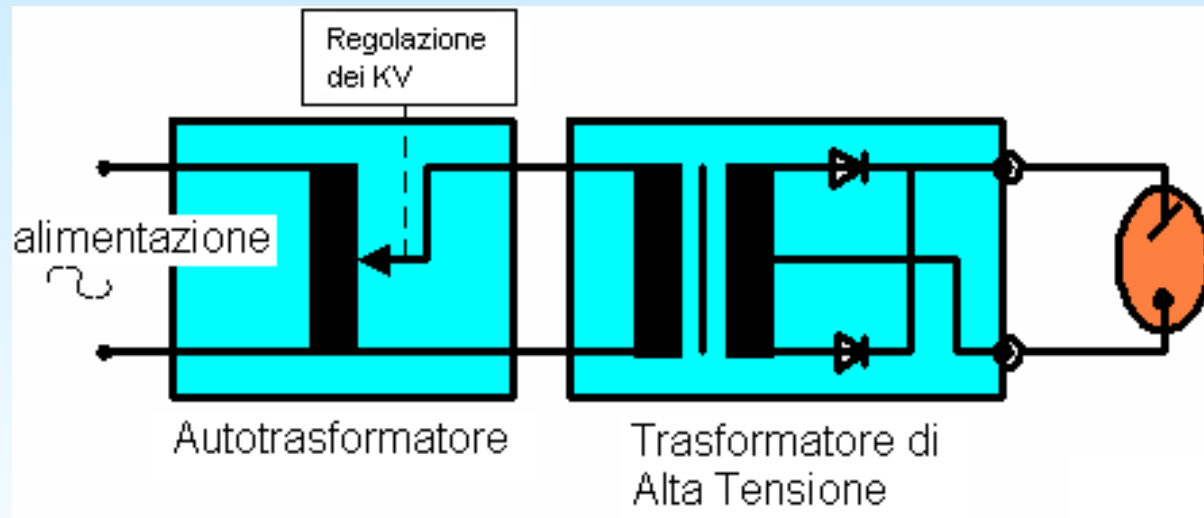
# Generatore



**Il Generatore può essere considerato, in maniera molto semplice, come un convertitore di tensione con le seguenti funzioni principali:**

- **Trasformare la tensione di alimentazione in Alta Tensione**
- **Raddrizzare l'Alta Tensione in Tensione Continua**
- **Controllare l'Alta Tensione impostata fra i valori di 40 KV e 150 KV**





**Affinché si possa ottenere uno spettro di emissione adeguato la tensione che deve essere fornita al tubo radiogeno deve essere:**

- **Continua**
  
- **Costante**



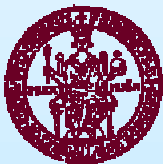
La tensione di alimentazione può variare in seguito ai maggiori consumi nell'arco di una giornata all'interno dell'ospedale. Questo porta ad una variazione dell'alta tensione e quindi dell'energia delle radiazioni con un conseguente variazione della qualità radiografica

Per ovviare a questo effetto viene utilizzato un sistema chiamato

- Compensazione di linea

Attraverso l'utilizzo di un autotrasformatore

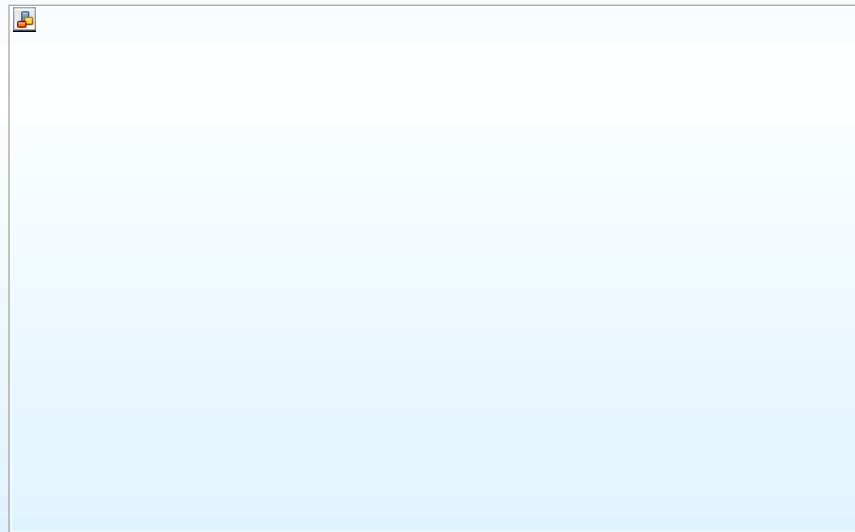
L'autotrasformatore viene inoltre utilizzato per selezionare l'alta tensione impostata alla console del generatore



La tensione, proveniente dall'autotrasformatore, compensata e regolata in funzione della impostazione effettuata sulla console, viene inviata al trasformatore di Alta Tensione.

L'aumento di tensione è proporzionale al rapporto fra il numero di spire dell'avvolgimento secondario rispetto all'avvolgimento primario, mentre il valore della corrente è ridotto proporzionalmente.

Il rapporto può variare da 500:1 fino a 1000:1

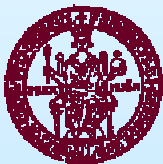


Poiché il trasformatore lavora solamente con correnti alternate, la forma d'onda della tensione su entrambi i lati è sinusoidale. La sola differenza tra il primario e il secondario è l'**ampiezza**. La tensione del primario è misurata in volt mentre la tensione del secondario viene misurata in kilovolt



Poiché il tubo radiogeno può solamente sostenere una corrente che fluisce dal catodo verso l'anodo, cioè continua, la tensione generata dal trasformatore di alta tensione deve essere rettificata. La rettifica è il processo che converte una tensione alternata in tensione continua con l'utilizzo di elementi elettronici chiamati **diodi**

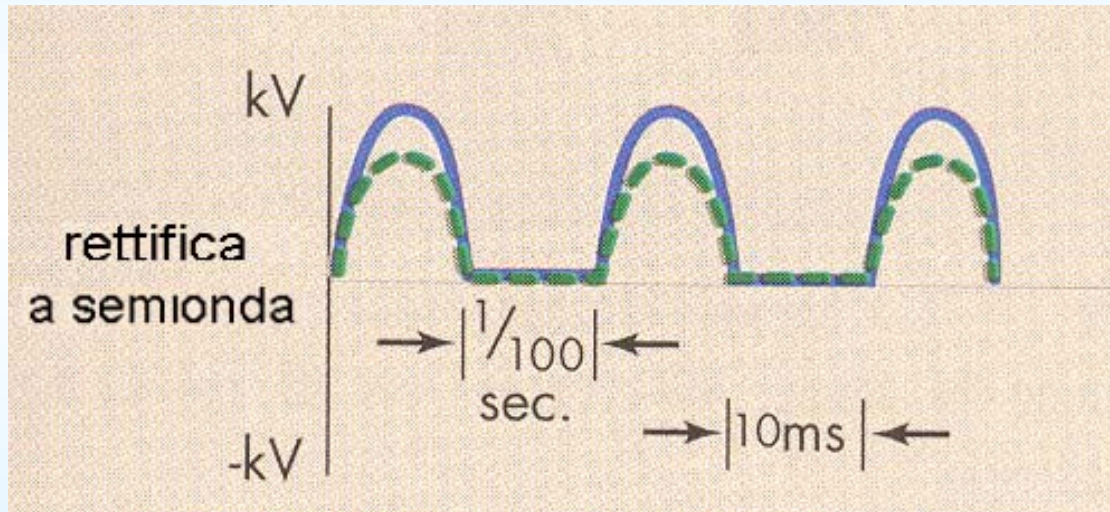
I diodi sono degli elementi costruiti con dei semiconduttori (silicio). Sono denominati diodi allo stato solido. In origine i diodi erano costituiti da valvole



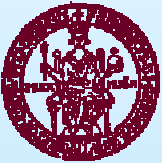


Gli elementi di rettifica, sia a valvole che allo stato solido, sono assemblati in circuiti elettronici in grado di convertire la corrente alternata in corrente continua necessaria per il funzionamento di un tubo a raggi x.

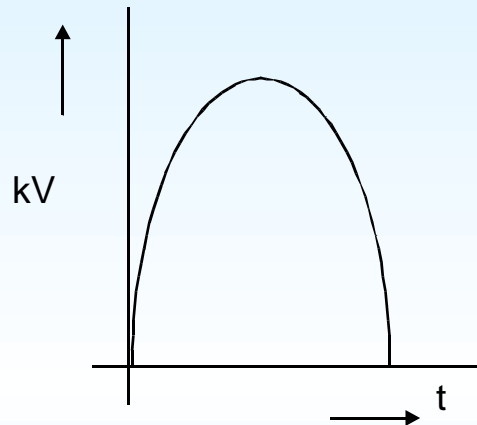
Durante la porzione positiva dell'onda, il diodo conduce liberamente e permette alla corrente di passare attraverso il tubo. Durante la porzione negativa dell'onda, il diodo non conduce e quindi non circola nessuna corrente



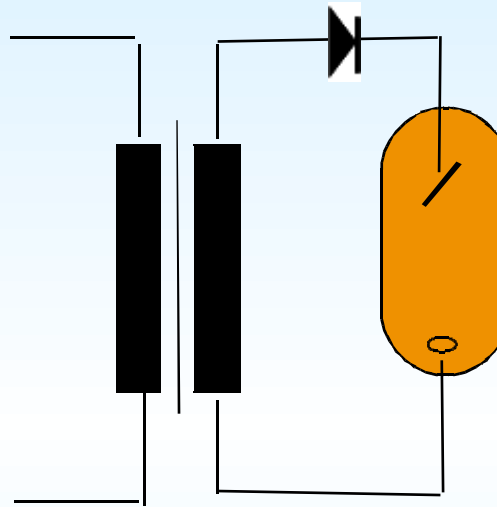
La corrente risultante è una serie di impulsi positivi separati da degli spazi durante i quali non è permessa la circolazione della corrente negativa



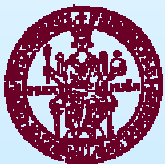
Questo metodo di rettifica è chiamato rettifica a semi-onda perché solo una metà dell'onda alternata appare in uscita. La parte negativa dell'onda viene quindi rimossa



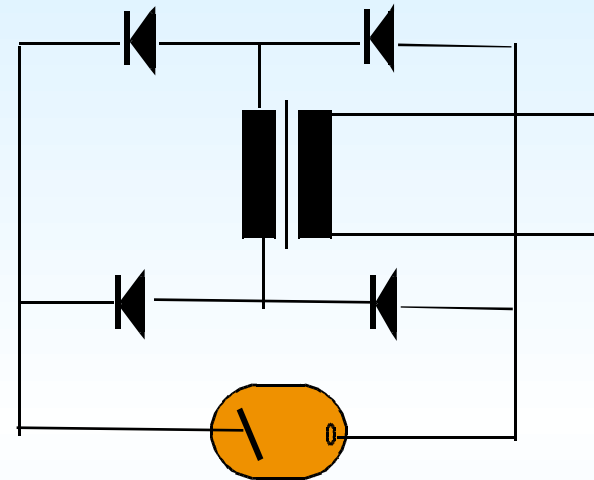
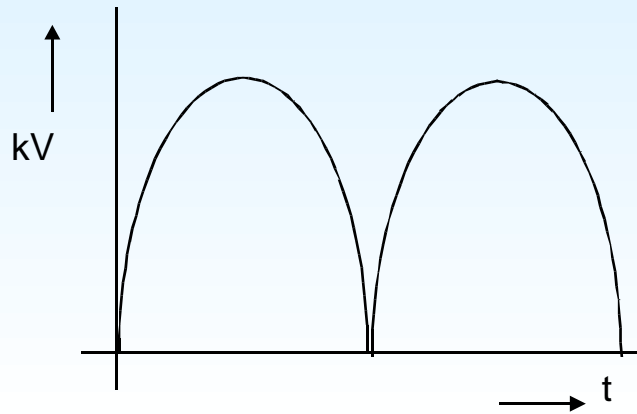
Impuls Generator



Questo tipo di raddrizzamento non viene mai usata nella radiologia diagnostica in quanto viene persa metà della potenza



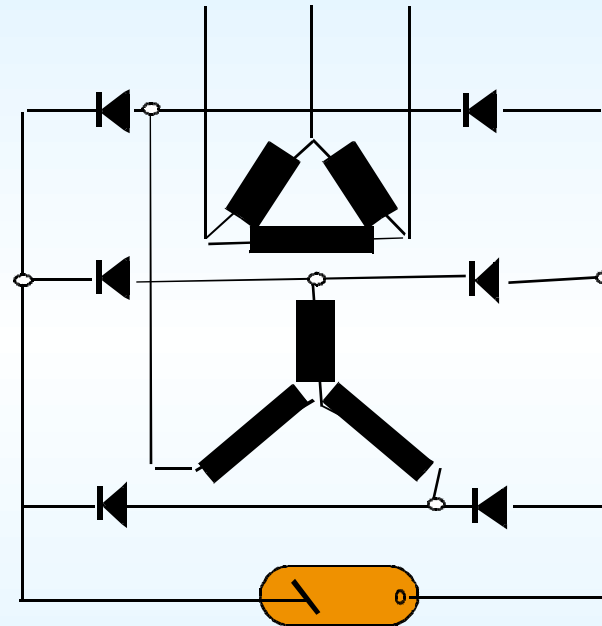
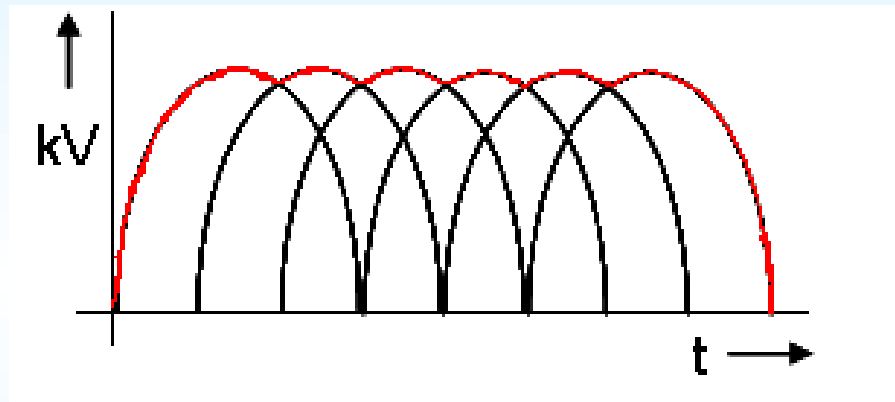
E' comunque possibile realizzare un circuito che permette che rettifca tutta l'intera onda alternata. Questo circuito prevede l'impiego di quattro diodi.



Sia durante la fase positiva che negativa, la tensione attraverso il tubo radiogeno è positiva e non ci sono intervalli tra le semionde. Anche in questo caso, l'utilizzo di una singola fase è di poca praticità in quanto la tensione ai capi del tubo scende a zero e quindi con una emissione di bassa energia e poca penetrabilità



E' possibile evitare questo problema utilizzando una alimentazione trifase. Con una tensione trifase vengono utilizzati dei particolari circuiti che permettono di sovrapporre sei onde ottenendo una alimentazione al tubo con una piccola oscillazione

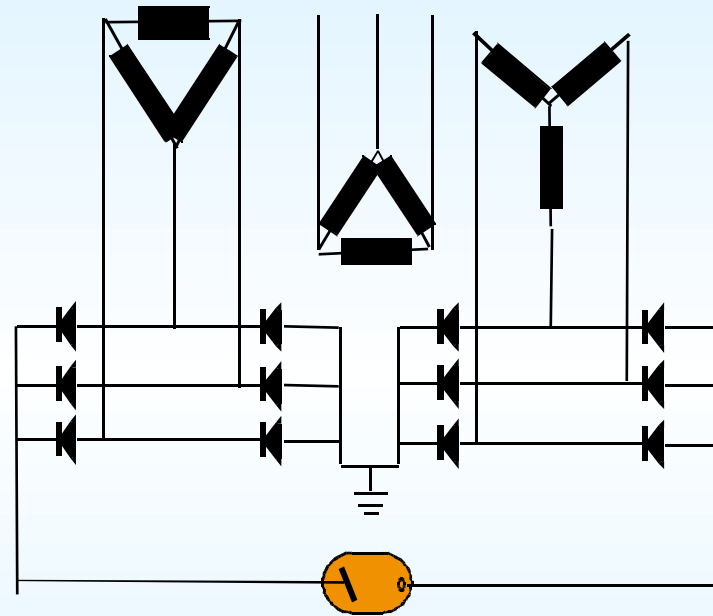
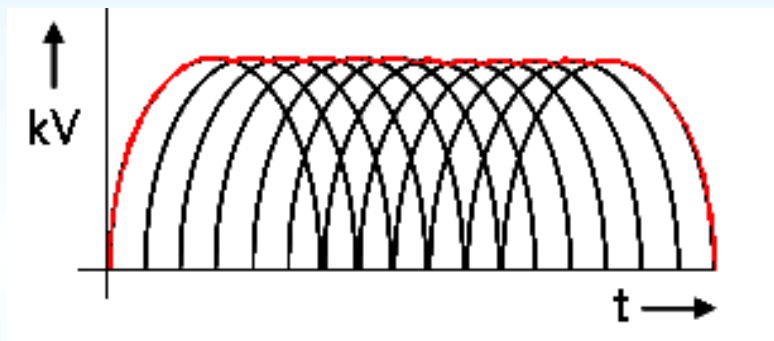


Questo tipo di generatori vengono chiamati:  
**Generatore a sei impulsi**



Università "Federico II" di Napoli – Dipartimento di Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni  
Unità di Ingegneria Biomedica - Via Claudio, 21 - 80125 Napoli  
tel: ++39 081 5938522 fax: ++39 081 7683804 E-mail: [bracale@unina.it](mailto:bracale@unina.it)

E' anche possibile realizzare dei circuiti che permettono di utilizzare dodici curve che, sovrapposte, generano una tensione al tubo praticamente costante



Questo tipo di generatori vengono chiamati:  
**Generatore a dodici impulsi**



Università "Federico II" di Napoli – Dipartimento di Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni  
Unità di Ingegneria Biomedica - Via Claudio, 21 - 80125 Napoli  
tel: ++39 081 5938522 fax: ++39 081 7683804 E-mail: [bracale@unina.it](mailto:bracale@unina.it)

Le forme d'onda rettificate sono caratterizzate da un parametro chiamato

- **tensione di ripple**

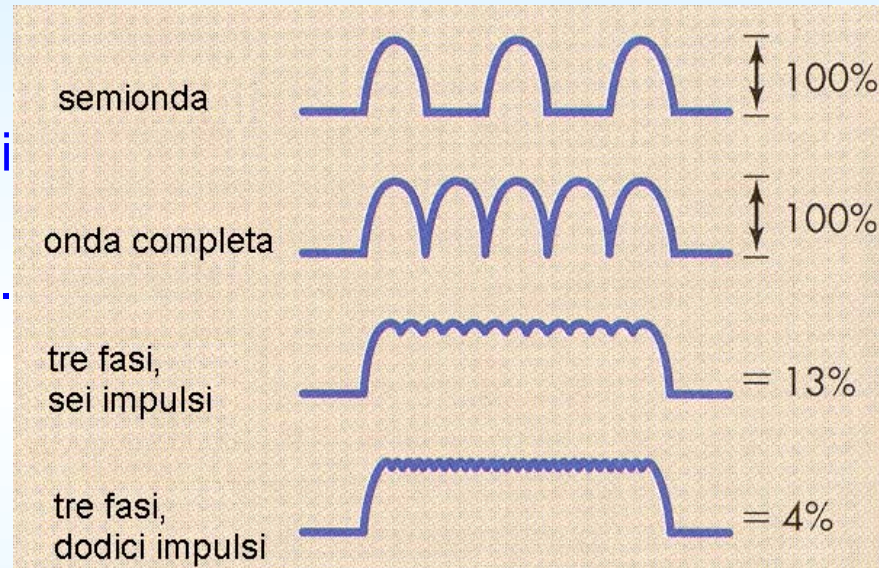
La tensione di ripple è la variazione di tensione nella forma d'onda rettificata, corrispondente ai valori di picco della tensione sinusoidale

Una alimentazione ad una fase, ha il 100% di tensione di ripple in quanto la tensione varia da zero al suo massimo.

Una tensione a tre fasi con raddrizzamento a sei impulsi, produce una tensione di ripple di circa il 13%

Conseguentemente la tensione fornita al tubo non scende mai in questo caso, al di sotto del 87%.

Con una tensione a tre fasi e raddrizzamento a dodici impulsi si ottiene una tensione di ripple di appena 4% e quindi la tensione fornita al tubo non scende mai al di sotto del 96%



Il metodo più efficiente di produrre raggi x e quello effettuato con la forma d'onda che possiede la tensione di ripple più bassa.

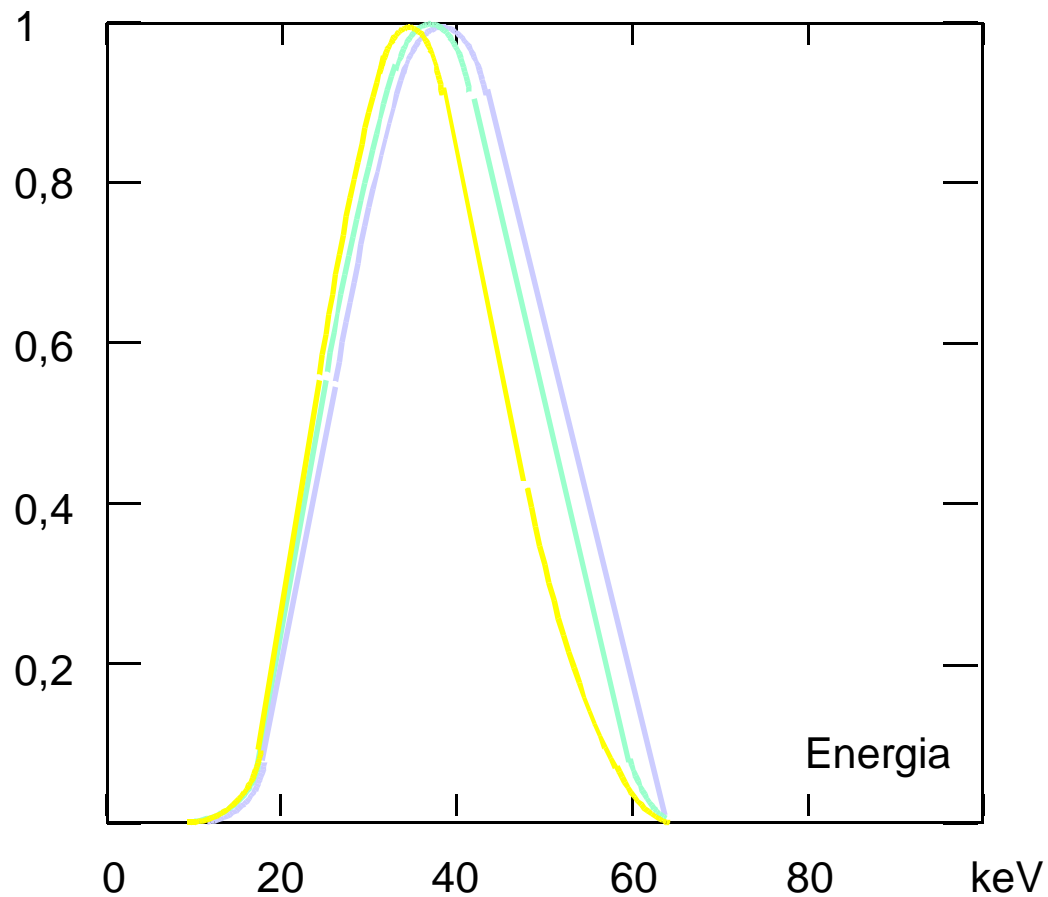
Il grande vantaggio sta nel fatto di avere una maggiore **quantità** e **qualità** di radiazione.

- La **quantità** di radiazione x è maggiore perché l'efficienza di produzione è maggiore quando la tensione al tubo è alta. In altri termini, per ogni elettrone emesso dal catodo, maggiore sarà il numero di raggi x prodotti quanto maggiore sarà la sua energia
- La **qualità** aumenta con una tensione di ripple bassa perché meno elettroni a bassa energia vengono proiettati dal catodo all'anodo e quindi vengono prodotti meno radiazioni x a bassa energia.

Poiché l'emissione di raggi x è maggiore in quantità e qualità, per le radiografie prodotte con sistemi trifasi, è necessario utilizzare dei parametri diversi (fino a 10 KV in meno) a parità di densità ottica sulla radiografia.



# Emissione nominale di energia a 70 KV



Tensione continua

6 - Impulsi

2 - Impulsi

