

Corso di ELETTRONICA INDUSTRIALE

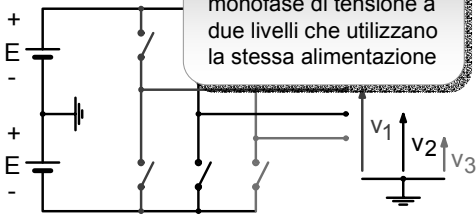
INVERTER TRIFASE A TENSIONE IMPRESSA

Principi di funzionamento di invertitori trifase a tensione impressa

- Struttura e funzionamento dell'invertitore trifase di tensione
- Struttura e funzionamento dell'invertitore monofase a ponte
- Tensioni di fase, stellate e concatenate
- Modulazioni della tensione di centro stella: iniezione di terza armonica e "Flat-Top"
- Modulazione ad onda quadra ("six step")

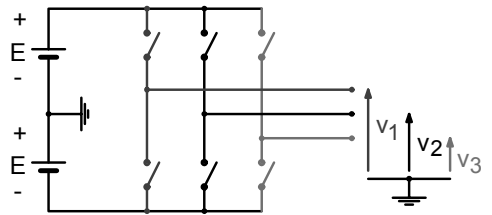
Invertitore trifase
Generazione di tre

Si ottiene un invertitore trifase di tensione a PWM con tre invertitori monofase di tensione a due livelli che utilizzano la stessa alimentazione

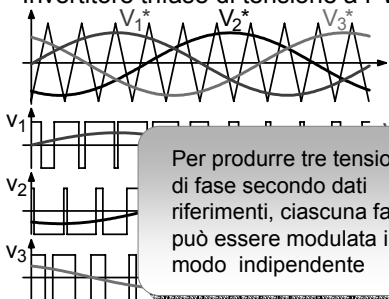


Invertitore trifase di tensione a PWM

Generazione di tre tensioni indipendenti a due livelli

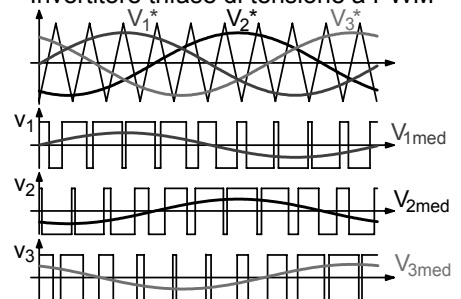


Invertitore trifase di tensione a PWM

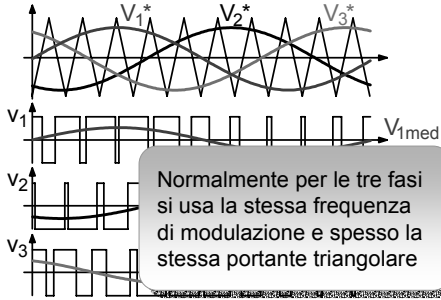


Per produrre tre tensioni di fase secondo dati riferimenti, ciascuna fase può essere modulata in modo indipendente

Invertitore trifase di tensione a PWM



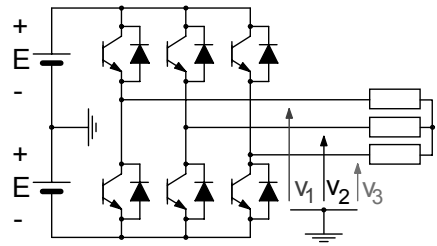
Invertitore trifase di tensione a PWM



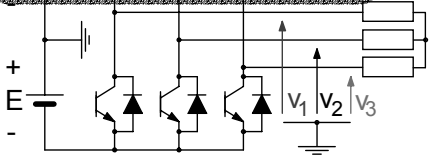
Normalmente per le tre fasi si usa la stessa frequenza di modulazione e spesso la stessa portante triangolare

Invertitore di tensione trifase a PWM

Generazione di tre tensioni indipendenti a due livelli

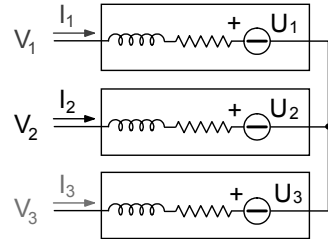


Di solito, negli schemi usati negli azionamenti, il carico è connesso a stella, è privo di connessione del centro stella ed è sensibile solo alle tensioni (concatenate) tra le fasi



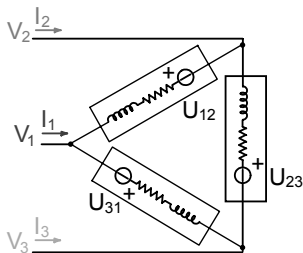
Invertitore di tensione trifase a PWM

Carico resistivo/induttivo con f.e.m. connesso a stella

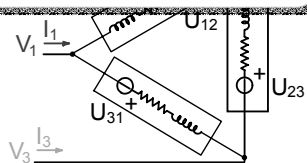


Invertitore di tensione trifase a PWM

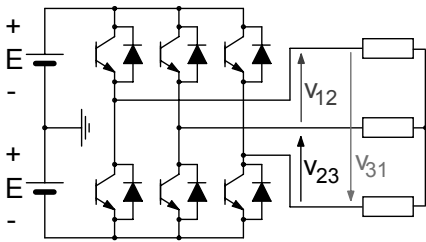
Carico resistivo/induttivo, con f.e.m., a triangolo



Il carico può essere connesso a triangolo; in tal caso il centro stella non esiste. Anche tale carico è sensibile solo alle tensioni concatenate

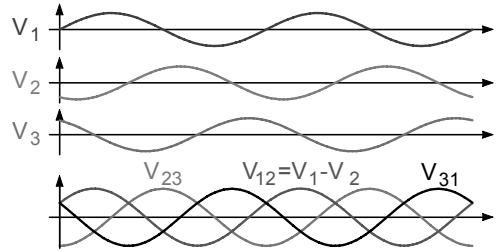


Invertitore trifase di tensione a PWM



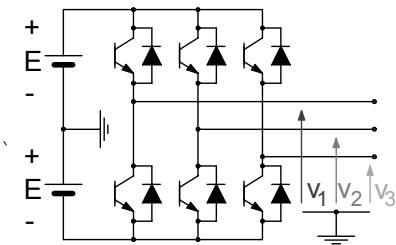
Invertitore trifase di tensione a PWM

Generazione di tre tensioni indipendenti a due livelli



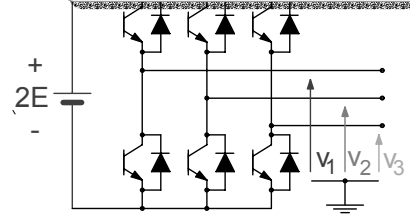
Invertitore di tensione trifase a PWM

Generazione di tre tensioni indipendenti a due livelli



Inve
Generaz

Se il carico è privo di connessione di centro stella si può usare un'unica tensione di alimentazione

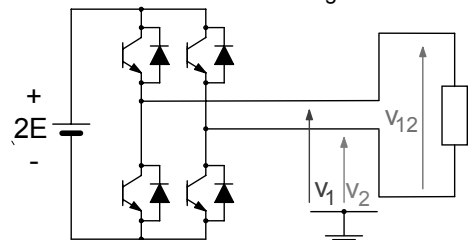


Invertitore di tensione monofase a PWM

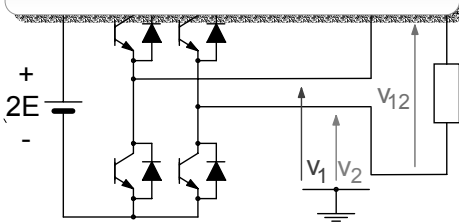
Con procedimento analogo a quello usato per l'invertitore trifase, si può realizzare un invertitore monofase di tensione (a ponte "ad H") unendo due invertitori monofase di tensione a due livelli che utilizzano la stessa alimentazione

Invertitore di tensione monofase a PWM

Generazione di tensione a tre livelli con alimentazione singola

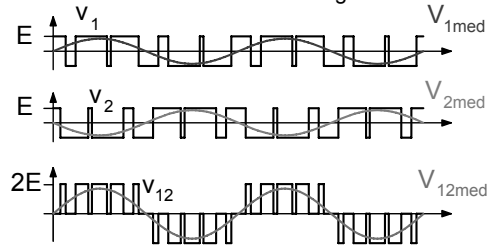


Con opportuna modulazione si ottiene, tra le due fasi, una tensione a tre livelli pur usando un'unica tensione di alimentazione

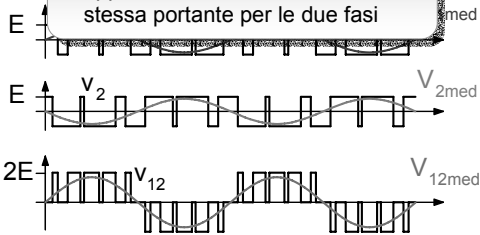


Invertitore di tensione monofase a PWM

Generazione di tensione a tre livelli con alimentazione singola



Le due fasi sono modulate con tensioni di riferimento uguali ed opposte. Normalmente si usa la stessa portante per le due fasi



Invertitore trifase di tensione a PWM

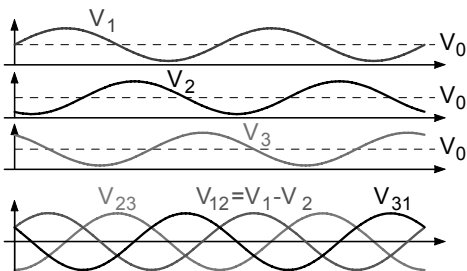
Modulazione della tensione di centro stella

Sommando una stessa tensione, costante o variabile, ai riferimenti V^* delle tre tensioni di fase:

- varia la media (tensione di centro stella delle fasi) delle tre tensioni di fase
- non variano le tensioni concatenate medie
- variano i "duty-cycle" e le tensioni istantanee delle fasi

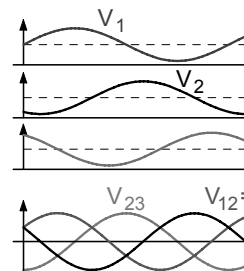
Invertitore trifase di tensione a PWM

Traslazione della tensione del centro stella



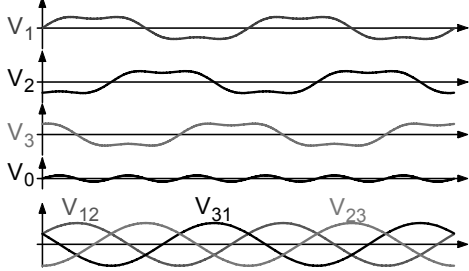
Invertitore trifase di tensione a PWM

Traslazione della tensione del centro stella

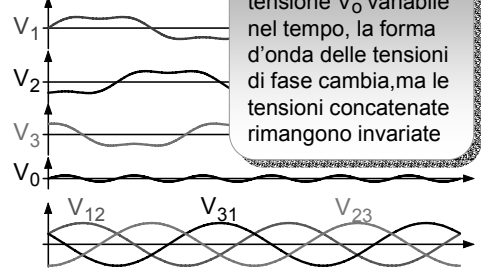


Una tensione costante V_0 sommata ai riferimenti delle tre tensioni di fase, ne altera il valore medio ma non la forma d'onda. Le tensioni concatenate non cambiano

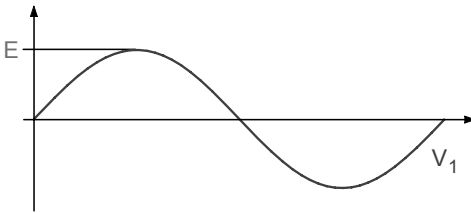
Invertitore trifase di tensione a PWM
 Modulazione di terza armonica della V_0 di centro stella



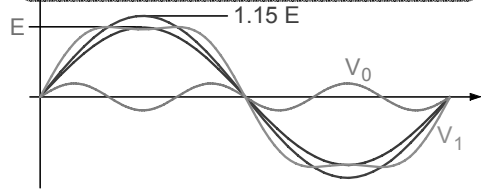
Invertitore trifase
 Modulazione di terza arm



La massima ampiezza della forma d'onda da generare è limitata al valore E della tensione di alimentazione

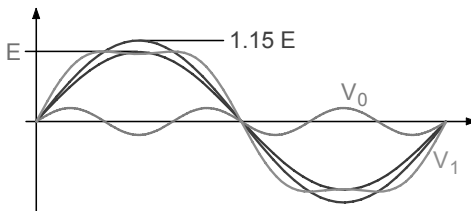


A pari valore massimo, sommando una opportuna tensione V_0 sinusoidale di terza armonica, si può aumentare la componente fondamentale della tensione di fase del 15%

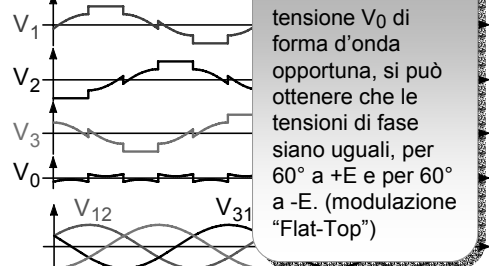


Invertitore trifase di tensione a PWM

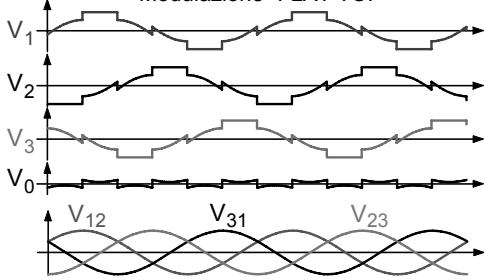
Modulazione di terza armonica della tensione V_0 di centro stella



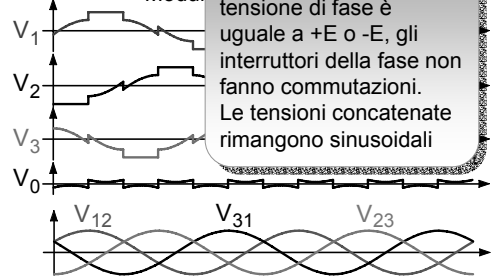
Invertitore trifase di tensione a PWM
 Modulazione



Invertitore trifase di tensione a PWM
Modulazione "FLAT TOP"

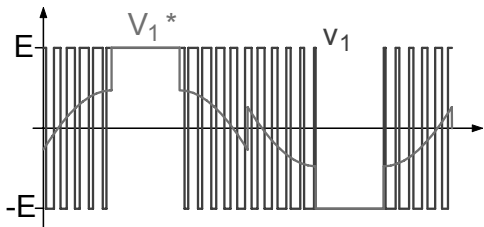


Invertitore trifase di tensione a PWM
Modulazione "FLAT TOP"



Negli intervalli in cui la tensione di fase è uguale a +E o -E, gli interruttori della fase non fanno commutazioni. Le tensioni concatenate rimangono sinusoidali

Invertitore trifase di tensione a PWM
Modulazione "FLAT TOP"



Tecniche di modulazione degli invertitori trifase

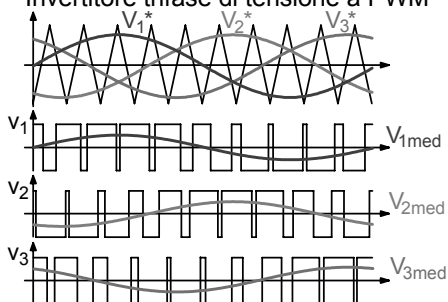
Si considera ora

l'andamento istantaneo

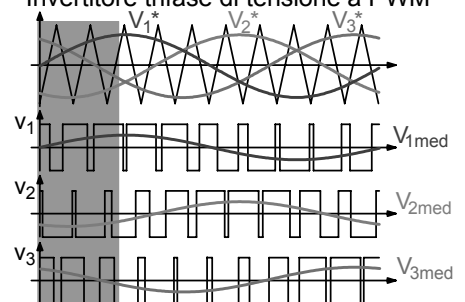
delle tensioni di fase e concatenate

prodotto dalla modulazione PWM

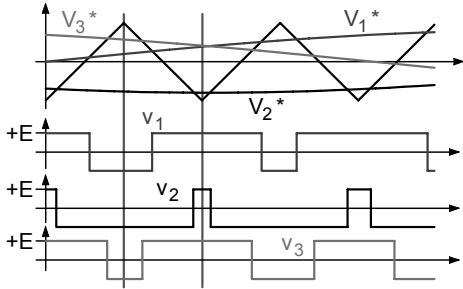
Invertitore trifase di tensione a PWM



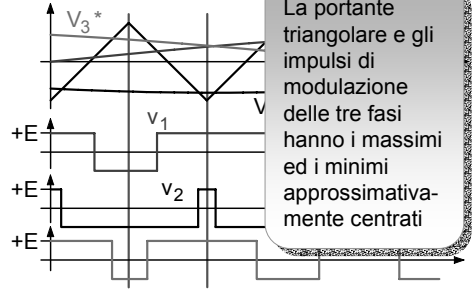
Invertitore trifase di tensione a PWM



Modulazione PWM seno-triangolo

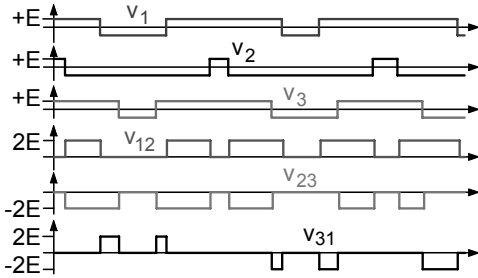


Modulazione PWM seno-triangolo

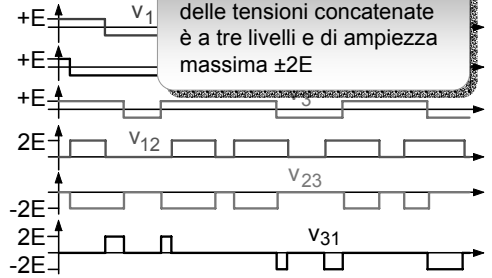


La portante triangolare e gli impulsi di modulazione delle tre fasi hanno i massimi ed i minimi approssimativamente centrati

Modulazione PWM seno-triangolo Tensioni istantanee di fase e concatenate

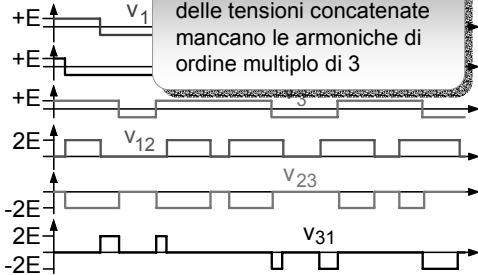


Modulazione PWM seno-triangolo Tensioni istantanee di fase e concatenate



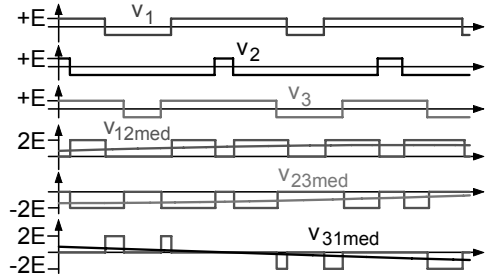
L'andamento istantaneo delle tensioni concatenate è a tre livelli e di ampiezza massima $\pm 2E$

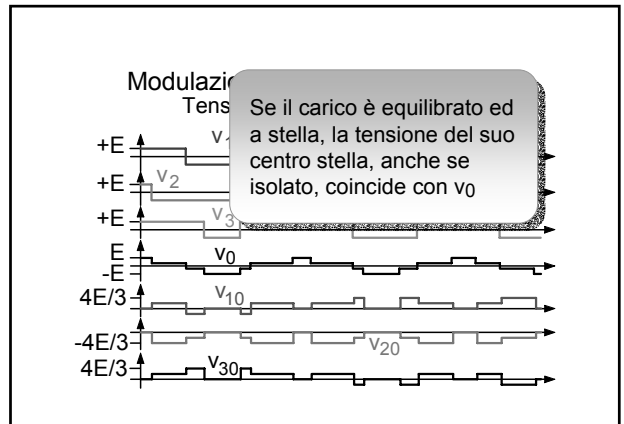
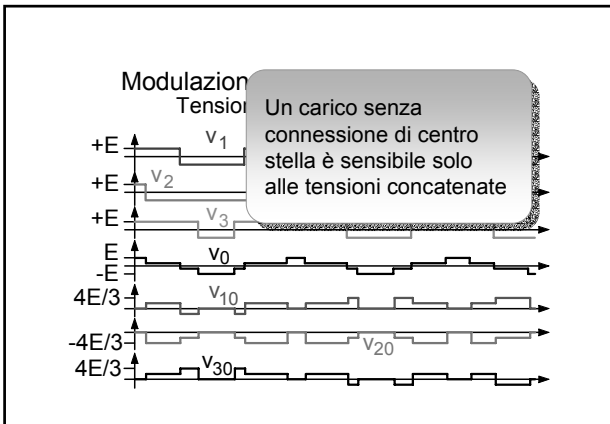
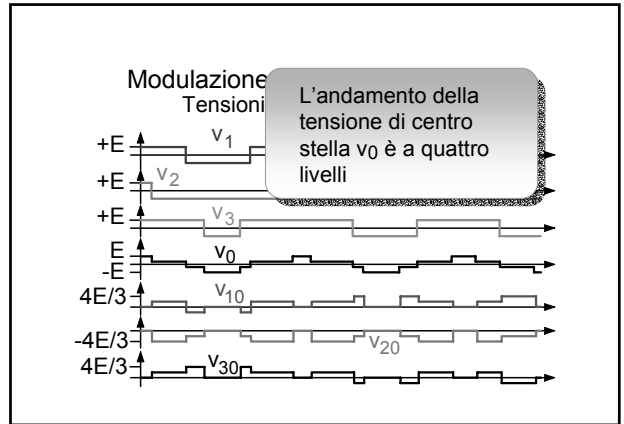
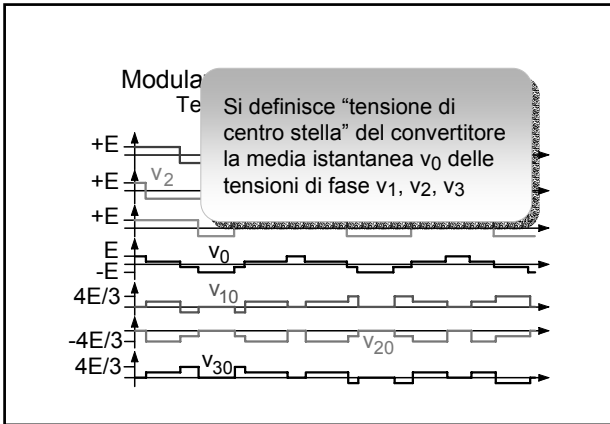
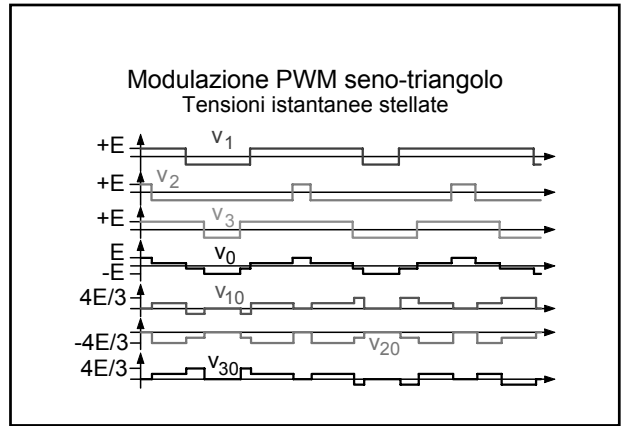
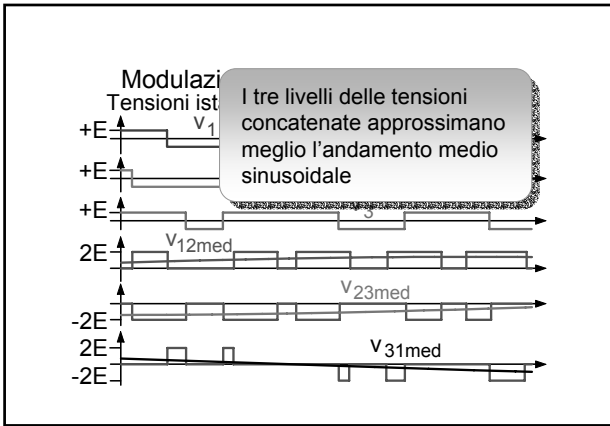
Modulazione PWM seno-triangolo Tensioni istantanee di fase e concatenate



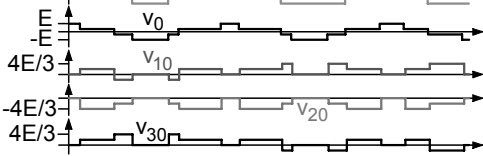
Nell'andamento istantaneo delle tensioni concatenate mancano le armoniche di ordine multiplo di 3

Modulazione PWM seno-triangolo Tensioni istantanee di fase e concatenate



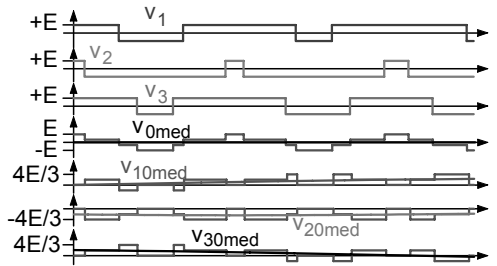


Le tensioni di fase del carico v_{10} , v_{20} , v_{30} , misurate rispetto al centro stella, sono a cinque livelli e mancano delle componenti armoniche di ordine multiplo di tre

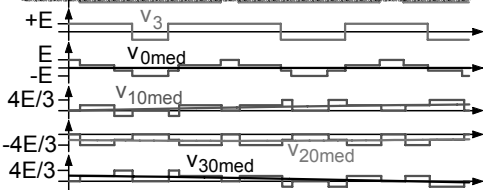


Modulazione PWM seno-triangolo

Tensioni medie stellate



L'andamento medio sinusoidale delle tensioni di fase del carico è ben approssimato dall'andamento istantaneo a cinque livelli

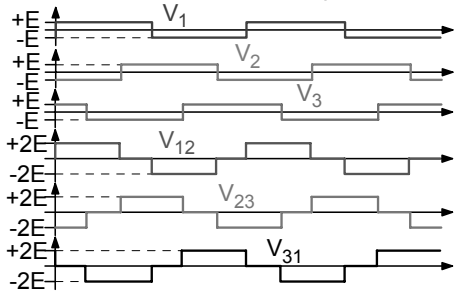


Modulazione ad onda quadra

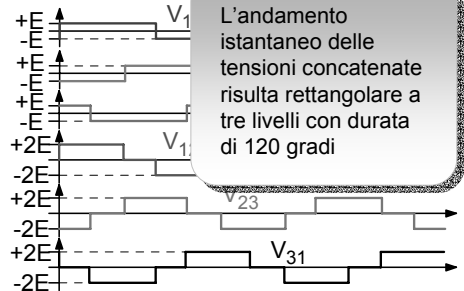
Con la modulazione simmetrica ad onda quadra

le tensioni di fase dell'invertitore hanno andamento rettangolare a due livelli $\pm E$ con durata di 180°

Modulazione ad onda quadra



Modulazione



L'andamento istantaneo delle tensioni concatenate risulta rettangolare a tre livelli con durata di 120° gradi

