

I primi due compiti dell'inverter sono stati descritti nell'articolo "Electronica di potenza - Inverter 1":

- impostazione della frequenza determinata dal potenziometro;
- generazione di corrente alternata tramite un circuito a ponte.

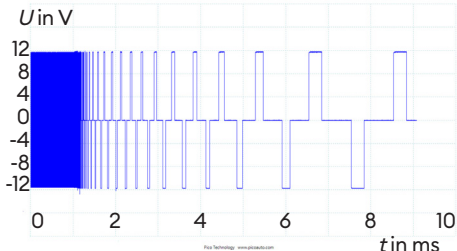


Fig. 1: impostazione della frequenza mediante un potenziometro. La durata del periodo diventa sempre più lunga, riducendo così la frequenza.

Il terzo compito dell'inverter è quello di leggere i segnali in forma sinusoidale. Questo non è facile per un'unità di controllo a funzionamento digitale. La funzione trigonometrica sinusoidale modifica l'andamento della curva in modo costante, ma non lineare. Se un microprocessore è programmato con sequenze di inserimento e disinserimento (on-off) di diversa durata, emetterà un segnale PWM, ossia un segnale a onda quadra con fasi alte e basse di lunghezza variabile.

Per generare un segnale sinusoidale da questi segnali PWM, sono necessari filtri passa-basso (vedi articolo: nozioni base sulla corrente alternata, filtri elettrici) o bobine (induttori). Le bobine sono già presenti nelle macchine elettriche degli autoveicoli e quindi, la curva della corrente può essere influenzata dall'autoinduzione. La fig. 2 mostra il processo con un segnale rettangolare 50:50 in un circuito a ponte. In rosso è la curva della corrente a forma di arco e in blu è la curva rettangolare della tensione (dato che la corrente viene misurata attraverso la caduta di tensione di una resistenza ohmica, il display dell'oscilloscopio la mostra come tensione). Il campo magnetico che si genera intorno agli avvolgimenti della bobina quando la corrente aumenta induce una controtenzione nella bobina stessa, che ritarda l'aumento della corrente.

Hard- e Software

La fig. 4 mostra un diagramma schematico del circuito. A differenza del circuito

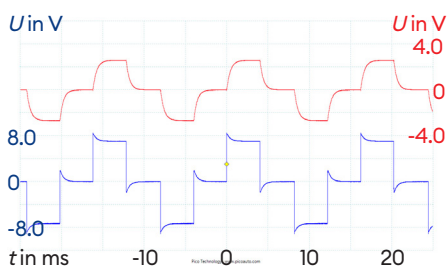


Fig. 2: l'aumento a forma di arco nella curva della corrente (rossa), mostra l'influenza dell'autoinduzione nella bobina.

dell'articolo elettronica di potenza, inverter 1, ora il carico non è una resistenza ohmica, ma una bobina (senza nucleo di ferro) con 1000 spire (induttanza circa 18 mH). Inoltre, i transistor bipolari sono collegati in modo tale che il carico sia sempre applicato sul lato del collettore. Poiché il controllo è effettuato da un microprocessore liberamente programmabile, la potenza in uscita è limitata (5 V, 40 mA). Tuttavia, per far funzionare la bobina a 12 V, è possibile collegare un fotoaccoppiatore.

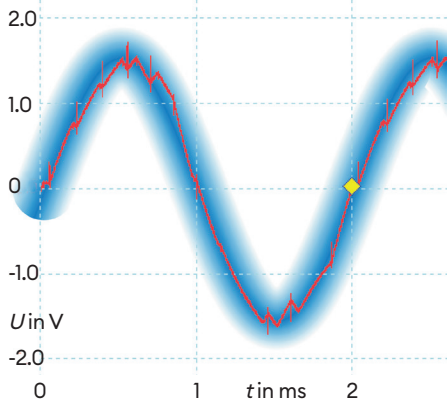


Fig. 3: il segnale è stato impostato su una durata del periodo di 2 ms.

I segnali PWM del microprocessore sono programmati in modo tale che all'inizio della semionda il tempo di attivazione sia relativamente lungo e sia seguito poi da un breve tempo di disattivazione. Nell'area del picco della curva, entrambe le parti sono approssimativamente della stessa lunghezza e, in discesa, i rapporti di inserimento sono invertiti. Per il programma, la semionda negativa è identica a quella positiva. Il fatto che diventi negativa è dovuto al circuito a ponte. Nella fig. 3, la curva sinusoidale blu calcolata è sovrapposta alla curva rossa misurata.

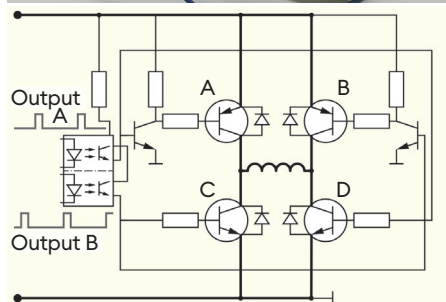
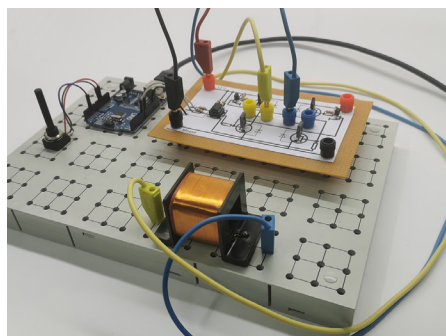


Fig. 4: il circuito è controllato da un microprocessore tramite due uscite.

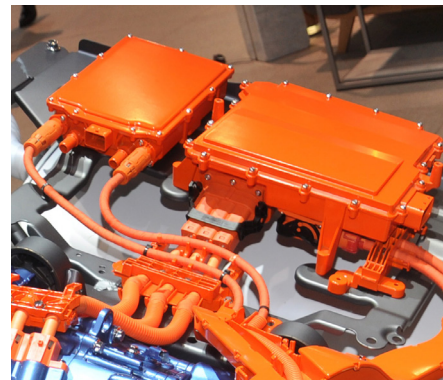
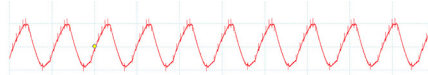


Fig. 5: tipico di un inverter, due cavi ad alto voltaggio in ingresso e tre cavi in uscita.

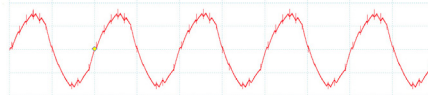
Risultato

Dalle curve si può notare che riprodurre la forma sinusoidale non è facile. Tuttavia, nel funzionamento dei motori elettrici, la corrente deve essere il più possibile sinusoidale per ridurre al minimo il rumore e le vibrazioni. Nella fig. 6, nello stesso programma sono state modificate solo le frequenze. Si può notare chiaramente che la simulazione della curva peggiora notevolmente con l'aumentare della durata del periodo. Ciò è dovuto al fatto che l'induttanza della bobina non cambia e che l'aumento e la diminuzione della corrente è sempre ugualmente veloce. Alle basse frequenze la curva aumenta, alle alte frequenze la tensione di picco diminuisce e la forma della curva ne risente a causa dell'elevata velocità di commutazione.

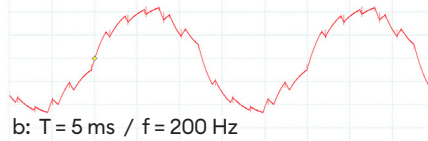
Se la semionda viene scomposta in più segnali PWM (frequenza di campionamento più elevata), la qualità della corrente alternata sinusoidale migliora. Tuttavia, un inverter non deve formare un'onda sinusoidale, ma bensì tre, con uno sfasamento di 120°. Ciò richiede un microprocessore più veloce e un diverso circuito a ponte. Nel collegamento delle fasi a stella o a triangolo sono sufficienti sei transistor di potenza per generare una corrente trifase.



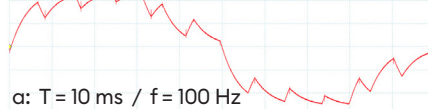
d: $T = 1 \text{ ms} / f = 1000 \text{ Hz}$



c: $T = 2 \text{ ms} / f = 500 \text{ Hz}$



b: $T = 5 \text{ ms} / f = 200 \text{ Hz}$



a: $T = 10 \text{ ms} / f = 100 \text{ Hz}$

Fig. 6: l'accuratezza della forma si deteriora all'aumentare del periodo.