



① ADDENDUM FUNZIONE PUMP CASCADE (PID MULTI POMPA)

VLB3...



1. INTRODUZIONE

La funzione *pump cascade* consente di gestire fino a 3 pompe in contemporanea con lo stesso azionamento per un controllo PID per il mantenimento di una grandezza fisica (esempio: mantenimento di una pressione al valore di setpoint desiderato).

La funzione prevede il comando di una pompa principale connessa all'uscita dell'azionamento che viene modulata in frequenza e fino a due pompe ausiliarie attivate dall'azionamento in caso di necessità (se la pompa principale da sola non è in grado di raggiungere il setpoint) tramite due uscite digitali in modalità on-off (ovvero, se attivate ruotano a velocità fissa pari alla frequenza di rete, es. 50Hz).

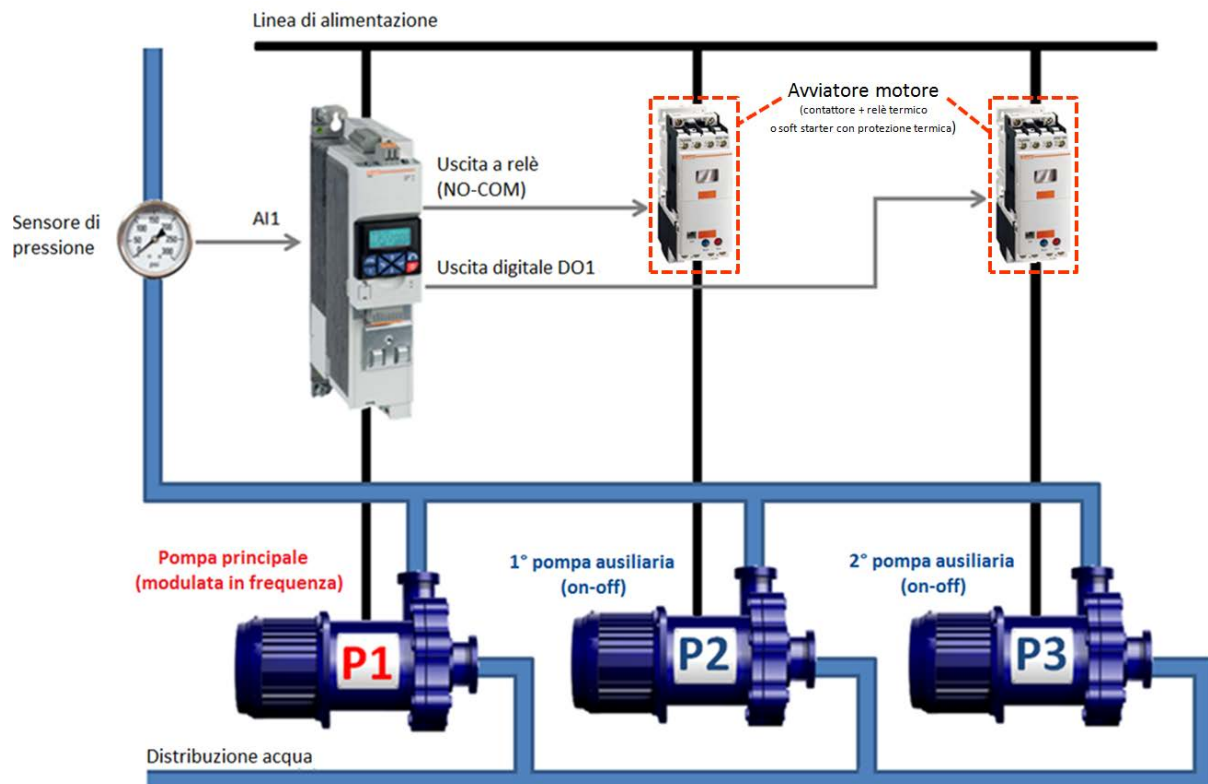
È inoltre possibile abilitare la funzione di auto-scambio per gestire l'alternanza automatica delle due pompe ausiliarie al fine di bilanciarne i tempi di lavoro.

La funzione *pump cascade* permette la gestione di più pompe con lo stesso azionamento senza la necessità di un PLC esterno e di allungare la vita dell'impianto, riducendo tempi e costi di manutenzione.

Nota. Questa funzione è disponibile a partire dalla versione firmware 5.04.

2. DESCRIZIONE GENERALE DELLA FUNZIONE

Nell'immagine sottostante è mostrata la configurazione tipica di un impianto multi-pompa per il mantenimento di una pressione.



Legenda

P1 = pompa principale (modulata in frequenza)

P2 = pompa ausiliaria 1 (tipo on-off)

P3 = pompa ausiliaria 2 (tipo on-off)

AI1 = ingresso analogico 1 del VLB3

NO-COM = uscita a relè del VLB3, per comando della pompa ausiliaria 1 (P2)

DO1 = uscita digitale del VLB3, per comando della pompa ausiliaria 2 (P3)

Avviatore motore = contattore o soft starter per l'avviamento della pompa ausiliaria + relè termico per protezione pompa.

La pompa principale P1 è sempre abilitata e viene modulata in frequenza (velocità) dall'azionamento VLB3 in base al valore di pressione dell'impianto, misurato tramite un sensore di pressione connesso ad un ingresso analogico dell'azionamento.

La pompa P2 è la prima pompa ausiliaria (*assist motor 1*), che riceve il segnale di comando (on-off) dall'uscita a relè del VLB3 (terminali NO-COM). Questa uscita comanda un avviatore motore, per esempio un contattore, che avvia direttamente la pompa P2 (che ruoterà alla frequenza di rete, es. 50Hz) quando riceve il comando di chiusura dall'azionamento.

La pompa P3 è la seconda pompa ausiliaria (*assist motor 2*), che riceve il segnale di comando (on-off) dall'uscita digitale DO1 del VLB3. Questa uscita comanda un avviatore motore, per esempio un contattore, che avvia direttamente la pompa P3 (che ruoterà alla frequenza di rete, es. 50Hz) quando riceve il comando di chiusura dall'azionamento.

A11 è il primo ingresso analogico del VLB3, alla quale deve essere connessa l'uscita analogica di un sensore di pressione (tipicamente di tipo 0-10V o 4-20mA) per la misura della pressione dell'impianto.

NO-COM è il contatto normalmente aperto dell'uscita a relè dell'azionamento VLB3, che comanda l'avvio/arresto della pompa ausiliaria P2 (*assist motor 1*).

DO1 è l'uscita digitale dell'azionamento VLB3, che comanda l'avvio/arresto della pompa ausiliaria P3 (*assist motor 2*).

Note

- La presenza della seconda pompa ausiliaria (P3) è opzionale, il sistema può lavorare anche con una sola pompa ausiliaria.
- Le due uscite dell'azionamento VLB3 sono liberamente programmabili: se necessario, è possibile programmare l'uscita a relè per il comando della pompa P3 (2° pompa ausiliaria) e l'uscita digitale per il comando della pompa P2 (1° pompa ausiliaria) o, in presenza di una sola pompa ausiliaria, è possibile scegliere di comandarla con l'uscita a relè o con l'uscita digitale.
- Le due pompe ausiliarie (P2 e P3) sono tipicamente azionate da un avviatore diretto, tipicamente un contattore. Se preferibile, è possibile utilizzare in alternativa un soft starter (che riceve i comandi di avvio e arresto della rispettiva pompa dall'uscita del VLB3) per ottenere un avvio e un arresto più dolce della pompa tramite rampe di accelerazione e decelerazione, con conseguente riduzione delle correnti di spunto e degli stress meccanici.
- Prevedere un'adeguata protezione termica per ogni pompa ausiliaria (es. con relè termico o salvamotore). Per quanto riguarda la pompa principale P1 è possibile utilizzare la protezione termica integrata nell'azionamento VLB3 (parametro P323.00).
- È suggerita l'installazione di un relè industriale di interfaccia tra le uscite digitali del VLB3 e i contattori che comandano le pompe ausiliarie.

3. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il principio di funzionamento della funzione *pump cascade* è descritto di seguito.

- L'utente imposta tramite la tastiera dell'azionamento VLB3 (impostazione di default) il setpoint di pressione che vuole mantenere nell'impianto.
- Il VLB3 monitora il valore di pressione dell'impianto (*feedback*) attraverso un sensore di pressione connesso all'ingresso analogico dell'azionamento (default: ingresso analogico A11).
- Se la pressione dell'impianto (*feedback*) è inferiore al valore di setpoint, l'azionamento incrementa la velocità (frequenza) della pompa principale P1: più la pressione è lontana dal setpoint, più velocemente crescerà la velocità della pompa P1; al contrario, man mano che la pressione si avvicina al setpoint, la velocità salirà più lentamente fino al raggiungimento del valore di setpoint. Fin qui si tratta di un normale controllo PID, dove la pompa principale P1 viene modulata in frequenza sulla base della pressione dell'impianto.
- Se, dopo un certo tempo (programmabile), la pompa principale P1 sta girando alla frequenza massima (es. 50Hz) ma la pressione di impianto non riesce a raggiungere il setpoint, l'azionamento comanda l'attivazione di una pompa ausiliaria (es. P2) chiudendo un'uscita digitale.
- La pompa ausiliaria è tipicamente comandata tramite un avviatore diretto di tipo on-off (per esempio: l'uscita a relè del VLB3 alimenta la bobina di un contattore connesso alla pompa P2), quindi, una volta attivata, ruota alla frequenza di rete (es. 50Hz).
- Una volta attivata la pompa ausiliaria P2, l'azionamento VLB3 riduce la velocità della pompa principale P1, per tenere conto del contributo offerto dalla pompa P2.
- A questo punto l'azionamento continua a modulare la velocità della pompa principale P1 sulla base della richiesta di pressione. Se la pressione dell'impianto raggiunge il valore di setpoint, l'azionamento diminuisce la velocità della pompa P1 fino al valore minimo configurato e, dopo un tempo di ritardo (programmabile), disconnette la pompa ausiliaria P2 aprendo l'uscita digitale ad essa associata.
- Diversamente, se anche con la pompa ausiliaria P2 in funzione e con la pompa principale P1 che ruota alla frequenza massima non viene raggiunta la pressione di setpoint, dopo un tempo di ritardo (programmabile) l'azionamento comanda l'attivazione della seconda pompa ausiliaria P3 eccitando l'uscita digitale DO1.
- Una volta attivata la pompa ausiliaria P3, l'azionamento VLB3 riduce la velocità della pompa principale P1, per tenere conto del contributo offerto dalla pompa P3.
- L'azionamento continua a regolare la velocità della pompa principale P1 in base al valore della pressione dell'impianto. Quando la pressione raggiunge il valore di setpoint, l'azionamento diminuisce la velocità della pompa P1 e, dopo un tempo di ritardo (programmabile), disconnette una pompa ausiliaria aprendo l'uscita digitale ad essa associata. Di default, l'azionamento disconnette per prima la pompa ausiliaria che ha lavorato per maggior tempo in modo da bilanciare i tempi di lavoro delle due pompe ausiliarie.

- Per la disconnessione della seconda pompa ausiliaria viene seguita la stessa logica: se la pressione dell'impianto è maggiore o uguale al valore di setpoint, l'azionamento riduce la velocità della pompa principale P1 e, dopo un tempo di ritardo programmabile, disconnette anche l'altra pompa ausiliaria.

Note

- In base alla topologia dell'impianto è possibile abilitare una o due pompe ausiliarie tramite parametri dedicati (fare riferimento a P400.56 e P400.57).
- Per il comando delle pompe ausiliarie, le uscite digitali dell'azionamento VLB3 devono essere programmate rispettivamente con le funzioni *Pump Assistance motor 1* e *Pump Assistance motor 2* (vedere parametri P420.01 e P420.02).
- Di default, al fine di bilanciare i tempi di lavoro delle due pompe ausiliarie, la pompa ausiliaria che viene connessa per prima è sempre quella con il tempo di lavoro più breve e la pompa che viene disconnessa per prima è sempre quella con il tempo di lavoro più lungo. Se preferibile, è possibile programmare la funzione in modo da mantenere sempre lo stesso ordine di connessione/disconnessione delle pompe ausiliarie (es. viene attivata per prima sempre P2 e per seconda P3, indipendentemente dai loro tempi di lavoro, vedere parametro P770.02).
- Per la configurazione del controllo PID e delle altre funzionalità dell'azionamento (es. limiti operativi, tempi di rampa, ecc..) fare riferimento alle sezioni dedicate nel manuale I473.

4. MODALITÀ OPERATIVE

La funzione *pump cascade* offre due diverse modalità operative (selezionabili con il parametro P770.01):

- *"Without ramping"* (senza rampa): dopo l'attivazione o disattivazione di una pompa ausiliaria, la velocità della pompa principale P1 non viene influenzata dalla funzione *pump cascade*, ma continua ad essere automaticamente modulata dall'azionamento a seconda della pressione dell'impianto.
- *"With ramping"* (con rampa): dopo l'attivazione di una pompa ausiliaria, la velocità della pompa principale P1 viene forzata a decelerare tramite una rampa ad un valore inferiore (*lower master frequency*, programmabile), dopo la quale l'azionamento ritorna a regolare la velocità in base alla pressione di impianto. Al contrario, quando viene disattivata una pompa ausiliaria l'azionamento accelera la pompa principale P1 ad un valore di frequenza superiore (*upper master frequency*, programmabile) tramite una rampa, dopo la quale l'azionamento ritorna a regolare la velocità in base alla pressione di impianto.

Per maggiori dettagli fare riferimento ai diagrammi funzionali.

5. TABELLA DEI PARAMETRI

P770.01	0x405C:001	<i>Pump Cascade: Activate Pump Cascade</i> Attivazione della funzione <i>pump cascade</i>
0 ... [0] ... 2		<p>0: Disabilitata La funzione <i>pump cascade</i> è disabilitata.</p> <p>1: Senza rampa Al raggiungimento della frequenza <i>start frequency</i> (P770.03) o della frequenza <i>stop frequency</i> (P770.04), dopo il tempo di ritardo <i>start delay</i> P770.06 l'azionamento avvia o arresta una pompa ausiliaria, mentre la frequenza della pompa principale P1 non è influenzata dalla funzione <i>pump cascade</i>, ma continua ad essere modulata dall'azionamento in base alla pressione dell'impianto.</p> <p>2: Con rampa Al raggiungimento della frequenza <i>start frequency</i> (P770.03) o della frequenza <i>stop frequency</i> (P770.04), dopo il tempo di ritardo <i>start delay</i> P770.06 l'azionamento avvia o arresta una pompa ausiliaria e diminuisce o incrementa con una rampa la frequenza della pompa principale P1 al valore <i>lower master frequency</i> (P770.07) o <i>upper master frequency</i> (P770.08). Per maggiori dettagli fare riferimento ai diagrammi funzionali.</p>
P770.02	0x405C:002	<i>Pump Cascade: Start/Stop order</i> Ordine di start/stop delle pompe ausiliarie
0 ... [1] ... 1		<p>0: Numero della pompa ausiliaria Il numero della pompa ausiliaria ne definisce la priorità e l'ordine di attivazione e disattivazione: l'azionamento avvierà sempre per prima la pompa ausiliaria 1 e per seconda la pompa ausiliaria 2. Viceversa, arresterà sempre per prima la pompa ausiliaria 2 e per seconda la pompa ausiliaria 1.</p> <p>1: Tempo di lavoro La pompa ausiliaria con il tempo di lavoro più basso viene avviata per prima. La pompa ausiliaria con il tempo di lavoro più alto viene arrestata per prima.</p>

P770.03	0x405C:003	<i>Pump Cascade: Start frequency</i> Frequenza di avviamento pompa ausiliaria
0.0 ... [40.0] ... 599.0 Hz		Al raggiungimento della frequenza <i>start frequency</i> , dopo il tempo di ritardo P770.06 viene avviata una pompa ausiliaria. Nota. Le modalità di avviamento dipendono dalle impostazioni di P770.01 e P770.02.
P770.04	0x405C:004	<i>Pump Cascade: Stop frequency</i> Frequenza di arresto pompa ausiliaria
0.0 ... [10.0] ... 599.0 Hz		Al raggiungimento della frequenza <i>stop frequency</i> , dopo il tempo di ritardo P770.06 viene arrestata una pompa ausiliaria. Nota. Le modalità di arresto dipendono dalle impostazioni di P770.01 e P770.02.
P770.05	0x405C:005	<i>Pump Cascade: Settling time</i> Tempo di assestamento
0.0 ... [5.0] ... 3600.0 s		Questo parametro serve per inserire un tempo di ritardo per evitare l'attivazione o disattivazione di una seconda pompa ausiliaria quando una pompa ausiliaria è appena stata attivata o disattivata.
P770.06	0x405C:006	<i>Pump Cascade: Start delay</i> Ritardo all'avviamento
0.0 ... [2.0] ... 3600.0 s		Questo parametro definisce un tempo di ritardo all'attivazione o disattivazione di una pompa ausiliaria quando viene raggiunta la frequenza <i>start frequency</i> (P770.03) o <i>stop frequency</i> (P770.04).
P770.07	0x405C:007	<i>Pump Cascade: Lower master frequency</i> Frequenza inferiore master
0.0 ... [20.0] ... 599.0 Hz		Questo parametro rappresenta la frequenza alla quale viene portata la pompa principale P1 tramite una rampa di discesa al raggiungimento della frequenza <i>start frequency</i> (P770.03) dopo il tempo di ritardo P770.06. I tempi di rampa sono regolabili tramite i parametri P606.01 e P606.02. Nota. Questo parametro è attivo solo in caso di impostazione P770.01= [2] (Con rampa).
P770.08	0x405C:008	<i>Pump Cascade: Upper master frequency</i> Frequenza superiore master
0.0 ... [30.0] ... 599.0 Hz		Questo parametro rappresenta la frequenza alla quale viene portata la pompa principale P1 tramite una rampa di salita al raggiungimento della frequenza <i>stop frequency</i> (P770.04) dopo il tempo di ritardo P770.06. I tempi di rampa sono regolabili tramite i parametri P606.01 e P606.02. Nota. Questo parametro è attivo solo in caso di impostazione P770.01= [2] (Con rampa).
P770.09	0x405C:009	<i>Pump Cascade: Auto change time</i> Tempo di scambio automatico
0 ... [0] ... 1000 h		Questo tempo viene utilizzato per uniformare le ore di lavoro delle due pompe ausiliarie. Se il tempo di lavoro di una pompa ausiliaria supera il tempo impostato in P770.09, l'azionamento verifica se la seconda pompa ausiliaria è disponibile e non attiva. In caso positivo, l'azionamento effettua lo scambio tra le due pompe ausiliarie. Se impostato a 0, la funzione è disabilitata.
P770.10	0x405C:010	<i>Pump Cascade: Auto change time delay</i> Ritardo allo scambio automatico
-10.0 ... [0.0] ... +10.0 s		In caso di attivazione della funzione di scambio automatico (P770.09 diverso da 0), questo parametro definisce la modalità di scambio tra le due pompe ausiliarie. P770.10 = 0.0s: L'arresto di una pompa ausiliaria e l'attivazione della seconda pompa ausiliaria avviene nello stesso istante. P770.10 > 0.0s: Tempo di ritardo tra l'arresto di una pompa ausiliaria e l'avviamento dell'altra pompa ausiliaria. P770.10 < 0.0s: Per prima cosa viene avviata la seconda pompa ausiliaria; dopo il tempo P770.10 viene arrestata la prima pompa ausiliaria.
P770.11	0x405C:011	<i>Pump Cascade: Timer reset</i> Reset timer
0 ... [0] ... 1		Se abilitato (P770.11=1), vengono resettati i contatori dei tempi di lavoro delle pompe ausiliarie (P770.13 e P770.14).

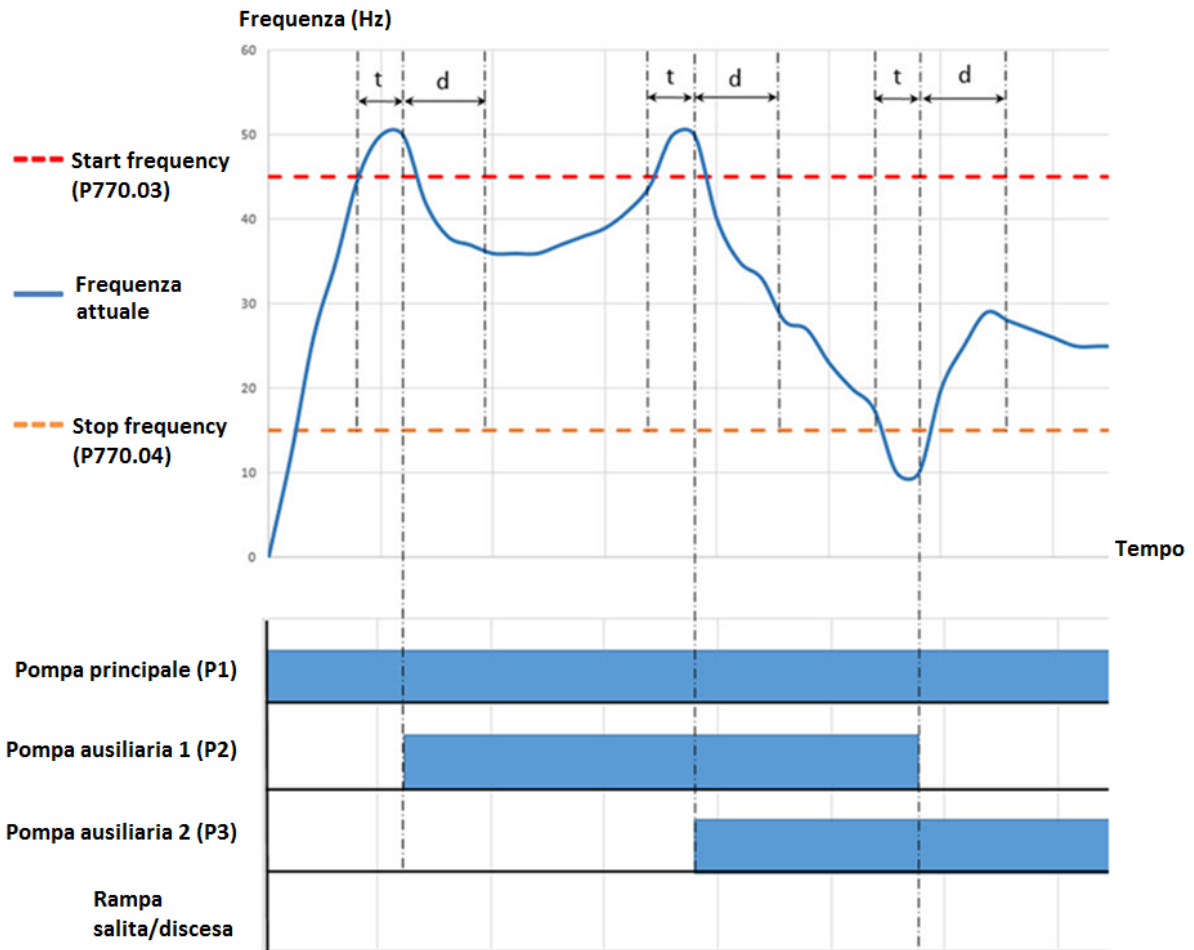
P770.12	0x405C:012	<i>Pump Cascade: Status word</i> Word di stato
Sola lettura		Word di stato della funzione pump cascade. Bit 0: pompa ausiliaria 1 in uso La pompa ausiliaria 1 è abilitata in P400.56. Bit 1: pompa ausiliaria 2 in uso La pompa ausiliaria 2 è abilitata in P400.57. Bit 2: riservato Bit 3: pompa ausiliaria 1 in moto La pompa ausiliaria 1 è attivata. Bit 4: pompa ausiliaria 2 in moto La pompa ausiliaria 2 è attivata. Bit 5: riservato Bit 6: limite superiore raggiunto È stata raggiunta la frequenza <i>start frequency</i> (P770.03). Bit 7: limite inferiore raggiunto È stata raggiunta la frequenza <i>stop frequency</i> (P770.04). Bit 8: Setpoint non raggiungibile La pompa principale P1 ha raggiunto il limite massimo di frequenza (P211.00) e non ci sono pompe ausiliarie libere a disposizione.
P770.13	0x405C:013	<i>Pump Cascade: Operating time assist pump 1</i> Tempo di lavoro pompa ausiliaria 1
Sola lettura [g.h:m:s]		Visualizzazione del tempo di lavoro della pompa ausiliaria 1. Il tempo di lavoro viene azzerato se P770.11=1 o il trigger della funzione P400.58 è attivo.
P770.14	0x405C:014	<i>Pump Cascade: Operating time assist pump 2</i> Tempo di lavoro pompa ausiliaria 2
Sola lettura [g.h:m:s]		Visualizzazione del tempo di lavoro della pompa ausiliaria 2. Il tempo di lavoro viene azzerato se P770.11=1 o il trigger della funzione P400.58 è attivo.
P400.56	0x2631:056	<i>Pump Cascade: Enable assist motor 1</i> Abilitazione della pompa ausiliaria 1
(Rif. vedere P400.01)		Trigger per abilitazione della pompa ausiliaria 1. Per abilitarla impostare il parametro a [1] TRUE o, se preferibile, associare la funzione ad una sorgente di trigger.
P400.57	0x2631:057	<i>Pump Cascade: Enable assist motor 2</i> Abilitazione della pompa ausiliaria 2
(Rif. vedere P400.01)		Trigger per abilitazione della pompa ausiliaria 2. Per abilitarla impostare il parametro a [1] TRUE o, se preferibile, associare la funzione ad una sorgente di trigger.
P400.58	0x2631:058	<i>Pump Cascade: Reset timer</i> Reset timer pompe ausiliarie
(Rif. vedere P400.01)		Trigger per il reset dei contatori dei tempi di lavoro delle due pompe ausiliarie.
P420.01	0x2634:001	<i>Relay output function</i> Funzione uscita a relè
(Rif. vedere P420.01)		Per configurare l'uscita a relè del VLB3 per il comando di una pompa ausiliaria, impostare questo parametro alla funzione <i>Pump Assistance motor 1</i> [160] o <i>Pump Assistance motor 2</i> [161].
P420.02	0x2634:002	<i>Digital output 1 function</i> Funzione uscita digitale DO1
(Rif. vedere P420.01)		Per configurare l'uscita digitale DO1 del VLB3 per il comando di una pompa ausiliaria, impostare questo parametro alla funzione <i>Pump Assistance motor 2</i> [161] o <i>Pump Assistance motor 1</i> [160].

6. DIAGRAMMI DI FUNZIONAMENTO

I seguenti grafici hanno lo scopo di mostrare il comportamento dei parametri in base alla modalità di funzionamento selezionata.

6.1 Modalità "senza rampa"

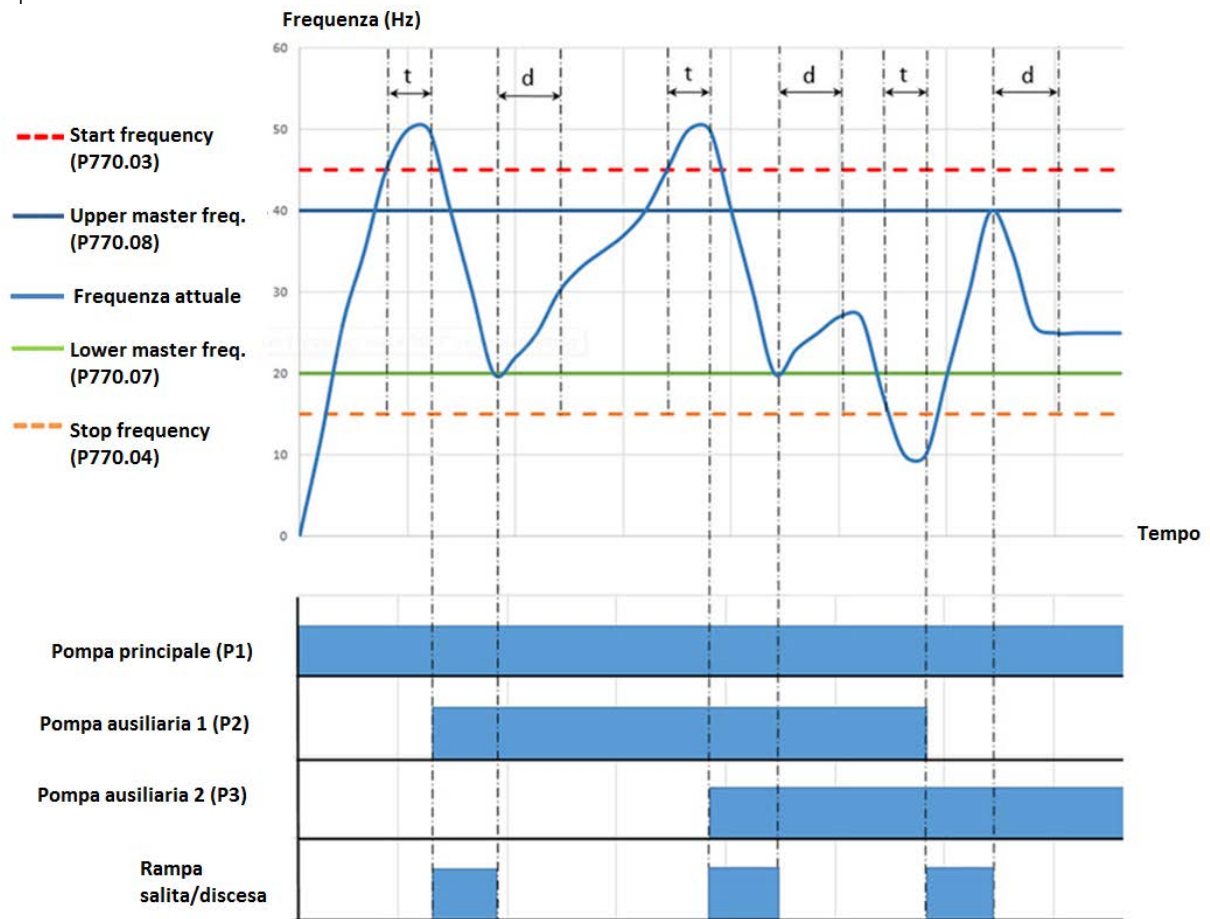
Impostare P770.01 = 1



d = tempo di assestamento P770.05
 t = ritardo all'avviamento P770.06

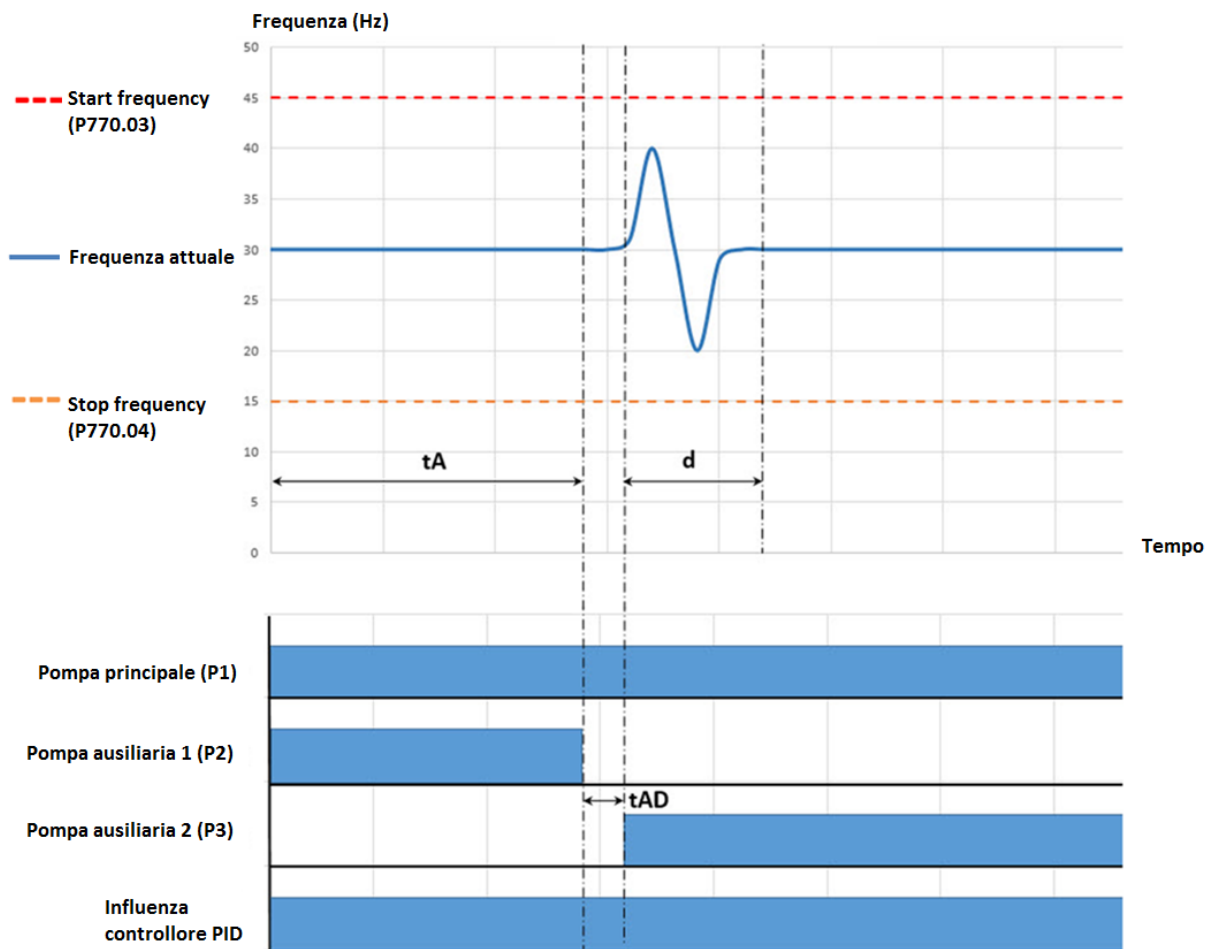
6.2 Modalità "con rampa"

Impostare P770.01 = 2



d = tempo di assestamento P770.05
t = ritardo all'avviamento P770.06

6.3 Funzione scambio automatico



d = tempo di assestamento P770.05
 t_A = tempo di scambio automatico P770.09
 t_{AD} = ritardo di scambio automatico P770.10