

# Wykorzystanie falowników w sterowaniu wydajnością wentylatorów

Przeмиenniki częstotliwości, zwane inaczej falownikami, coraz powszechniej wykorzystywane są przy sterowaniu wydajnością wentylacji. Upowszechnienie falowników spowodowane jest ich coraz niższą ceną oraz możliwościami sterowania. Większość falowników posiada szereg opcji umożliwiających podpięcie do nich różnego rodzaju czujników (np. temperatury, wilgotności, przepływu, itp.) i urządzeń zewnętrznych. Proces regulacji z wykorzystaniem sprzężenia zwrotnego umożliwia wbudowany w falowniku regulator PID.



## Zalety falowników:

- płynna regulacja jednego lub całej grupy wentylatorów,
- możliwość programowania (kilka prędkości, załączanie wyłączenie w zależności od zadanych warunków).
- możliwość podłączenia różnego rodzaju czujników umożliwiających sterowanie wydajnością w zależności od potrzeb
- możliwość sterowania zdalnego z oddalonego punktu (wykorzystanie zewnętrznego panelu sterowania bądź komputera),
- w przypadku wentylatorów wraz ze spadkiem obrotów i wydajności spada zużycie energii elektrycznej (w przypadku 50% obrotów nominalnych zużycie energii obniża się o 75%),
- możliwość automatycznego załączenia po zaniku energii elektrycznej.

## Dobór falowników

Na co należy zwrócić uwagę przy wyborze falownika?

- prąd znamionowy przy napięciu znamionowym silnika (uwaga - silniki zazwyczaj posiadają dwa różne napięcia i dwa różne prądy w zależności od sposobu połączenia);
- sposobu regulacji i połączenia silnika (np. falownik z odpowiednim zapasem na połączenie silnika w „trójkąt”);
- ze względu na sposób zasilania falowników - jednofazowe lub trójfazowe; falowniki zasilane jednofazowo są tańsze i mogą być wykorzystywane do sterowania silników trójfazowych do mocy 2,2 kW mogących pracować w układzie połączenia gwiazdy 230 V. W przypadku, gdy silnika nie można połączyć w ten sposób należy zakupić falownik zasilany z sieci trójfazowej.

Przy ostatecznym wyborze falownika należy zwrócić także uwagę na takie parametry falownika jak:

- zakres częstotliwości
- częstotliwość maksymalna
- przeciążalność
- rodzaj wyświetlacza
- rodzaj wejść sterujących
- rodzaj sterowania
- rodzaj zabezpieczeń
- rodzaj komunikacji z użytkownikiem
- możliwość serwisowania
- łatwość programowania

## Sposoby połączeń silników i sterowania za pomocą falownika

### 1. Połączenie w gwiazdę

W przypadku połączenia silnika (3x230V D / 400V Y, 50Hz) w gwiazdę i sterowaniu go falownikiem poprzez zmianę częstotliwości przy  $U/f = \text{const.}$ , przy zmniejszaniu częstotliwości moment obrotowy silnika będzie stały. Przy zwiększeniu częstotliwości powyżej 50Hz silnik będzie coraz szybszy ale jego moment obrotowy będzie się zmniejszał. Praktycznie stosowanie zwiększania obrotów przy tego typu połączeniu - do 70Hz.

Uwaga: przy obniżaniu prędkości obrotowej należy pamiętać, że producenci silników często zalecają stosowanie dodatkowego chłodzenia przy prędkości poniżej 35Hz.

## 2. Połączenie w trójkąt

Silnik połączony w trójkąt pobiera prąd  $I_t = 1,7 I_N$ , w związku z tym należy zastosować falownik o odpowiedniej mocy. Zmiana częstotliwości „w dół” pociąga za sobą identyczne konsekwencje jak w przypadku połączenia w gwiazdę. Możliwa jest regulacja obrotów „w górę” do 87Hz. Uwaga: należy tu zachować ostrożność, gdyż wzrost prędkości obrotowej powyżej prędkości nominalnej może niekorzystnie wpłynąć na łożyska itp. części. Nie jest w tym przypadku zalecana regulacja „w górę” prędkości obrotowej silników jednobiegunowych.

## **Zasada działania falowników**

Falowniki przeznaczone są do sterowania prędkością obrotową silników indukcyjnych trójfazowych. Prędkość obrotowa tego typu silników uzależniona jest od częstotliwości napięcia zasilającego oraz od liczby par biegunów silnika (wykonania uzwojenia stojana). Wartość napięcia zasilania ma także wpływ na prędkość obrotową silników, jednak w porównaniu z dwoma pierwszymi czynnikami jest to wpływ stosunkowo mały.

Typowe prędkości obrotowe odpowiadające liczbie par biegunów:

liczba par biegunów    prędkość nominalna  
2 pola 2800 obr./min  
4 pola 1400 obr./min  
6 pola 900 obr./min  
8 pola 700 obr./min  
12 pola 500 obr./min

## **Prędkość obrotowa silników**

Prędkość obrotową silników można opisać następującymi wzorami:

$$n_1 = 60 \cdot f / p$$

$n_1$  - prędkość obrotowa elektromagnetycznego silnika  
 $f$  - częstotliwość napięcia zasilającego (Hz)  
 $p$  - liczba par biegunów stojana

$$n = n_1 \cdot (1 - s)$$

$n$  - prędkość obrotowa silnika (obr./min)  
 $s$  - poślizg (wartość stała uzależniona od konstrukcji silnika)

Najbardziej istotna zależność przy pracy silników indukcyjnych wykorzystywana przy użyciu falowników to ta, że moment wytworzony przez silnik indukcyjny będzie niezmienny, jeżeli prąd płynący w uzwojeniu będzie stały oraz stała będzie wartość strumienia elektromagnetycznego w pakiecie blach stojana i wirnika.

Strumień elektromagnetyczny opisuje się wzorem:

$$f_i = c \cdot U / f$$

$f_i$  - strumień  
 $c$  - współczynnik proporcjonalności (wartość konstrukcyjna)  
 $U$  - napięcie (wartość skuteczna)  
 $f$  - częstotliwość napięcia

Ze wzoru wynika, że aby zachować stały strumień musi być zachowany stały stosunek wartości napięcia do częstotliwości. Zasada działania falownika polega na utrzymaniu stałego stosunku wartości napięcia do częstotliwości. Inaczej mówiąc: by zachować stały moment napędowy przy zmianie prędkości obrotowej (poprzez zmianę częstotliwości), należy proporcjonalnie do zmian częstotliwości zmieniać wartość skuteczną napięcia  $U/f = \text{constans}$ . Na tej zasadzie opierają swoje działanie falowniki. Najczęściej zmieniamy obroty za pomocą częstotliwości natomiast wartość napięcia kompensowana jest przez układy elektroniczne tak, aby stosunek napięcia do częstotliwości był stały. Wykorzystywane jest to w pewnym zakresie. O ile obniżenie obrotów z wartości nominalnej na mniejsze nie stanowi problemu to w przypadku zwiększenia obrotów nie jest to już takie proste.