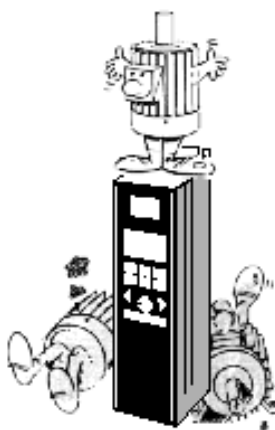


# 1. Wprowadzenie

Przebiegnik częstotliwości jest układem elektronicznym, który pozwala na płynną regulację prędkości trójfazowych silników prądu przemiennego przez zmianę częstotliwości napięcia zasilania. Od powstania pierwszych przebiegników częstotliwości opartych na tyrystorach do dzisiejszych cyfrowych układów sterowanych mikroprocesorowo zaszło wiele zmian konstrukcyjnych, ale zasady działania pozostały takie same.

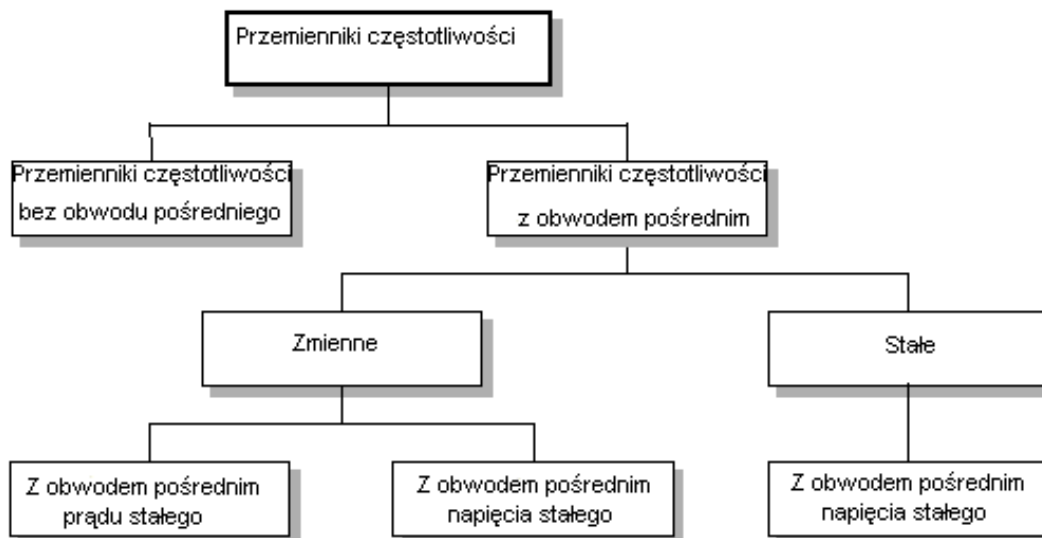
Zmiany te spowodowane są stale wzrastającym stopniem automatyzacji w przemyśle. Istnieją tam ciągle potrzeby większej automatyzacji procesów produkcyjnych, wzrostu tempa produkcji i lepszych metod prowadzących do energooszczędności efektywności produkcji. Są one ciągle udoskonalane.

W dniu dzisiejszym silniki elektryczne odgrywają bardzo ważną rolę w produkcji przemysłowej. Silniki elektryczne projektuje się tak, aby utrzymywały stałą zadaną wartość prędkości oraz optymalną jej regulację przez układy zasilania.



**Rys. 1.1** Silniki prądu przemiennego zasilane są coraz częściej przebiegnnikami częstotliwości.

Powyższe wymagania nie mogły być realizowane skutecznie do czasu wprowadzenia przebiegników częstotliwości, które umożliwiły płynną i efektywną regulację prędkości silników trójfazowych prądu przemiennego.



Przełącznik prądowy : CSI - inwerter (falownik zasilany ze źródła prądowego)    Przełącznik napięciowy : PAM - inwerter (falownik zasilany ze źródła napięciowego)    Przełącznik napięciowy : PWM/VVC - inwerter (falownik zasilany ze źródła napięciowego)

**Rys. 1.2** Rodzaje przełączników częstotliwości stosowanych w układach napędowych.

Większość używanych w przemyśle przełączników częstotliwości jest projektowanych według dwóch różnych zasad, rys. 1.2:

- *przełącznik częstotliwości bez obwodu pośredniego (znany też jako przełącznik bezpośredni),*
- *przełącznik częstotliwości ze zmiennym lub stałym napięciem/prądem obwodu pośredniego.*

Przełączniki częstotliwości z obwodem pośrednim mają przynajmniej jeden obwód pośredni prądu stałego lub napięcia stałego i są nazywane odpowiednio przełącznikami z falownikami prądowymi lub falownikami napięciowymi. Obwód pośredni przełącznika daje pewną przewagę nad przełącznikiem bezpośrednim, taką jak:

- *lepszą sterowność*
- *redukcję wyższych harmonicznych prądu w sieci zasilania*
- *żadnych ograniczeń odnośnie częstotliwości wyjściowej, jest ona ograniczona tylko poprzez elementy elektroniczne użyte w przełącznikach częstotliwości. Przełączniki częstotliwości dla wysokich częstotliwości wyjściowych przeważnie są budowane z obwodem pośrednim.*

Falowniki bez obwodu bezpośredniego są tańsze niż falowniki z obwodem pośrednim, wiąże się to ze zmniejszoną redukcją wyższych harmonicznych.

W większości przełączników częstotliwości zastosowany jest obwód pośredni napięcia stałego. Książka ta będzie opisywać głównie tę grupę przełączników.

## 1.1 Zalety płynnej regulacji prędkości

Przebiegi częstotliwości sterujące trójfazowymi silnikami prądu przemiennego są podstawowym elementem stosowanym we wszystkich zautomatyzowanych procesach występujących w przemyśle. Pomijając dobre własności użytkowe trójfazowych silników prądu przemiennego, płynna regulacja prędkości jest często podstawowym wymogiem z punktu widzenia danego procesu produkcyjnego. Ponadto, stosowanie przebiegów częstotliwości pozwala prócz płynnej regulacji prędkości, uzyskać inne korzyści takie jak:

- *Oszczędność energii:*

Energia może być oszczędzana w silniku o regulowanej prędkości obrotowej, pozwala to na odpowiedni dobór prędkości zgodnie z potrzebami procesu produkcyjnego w dowolnej chwili czasu (w zależności od potrzeb). Rozwiązanie to ma głównie zastosowanie w przypadku regulacji wydajności pomp odśrodkowych i wentylatorów, gdzie zużycie energii jest proporcjonalne do sześcianu prędkości. Oznacza to, że jeżeli silnik pracuje z prędkością o połowę mniejszą od nominalnej to pobiera z sieci około 12,5% swej mocy znamionowej.

- *Proces optymalizacyjny*

Dostosowując prędkość silnika do procesu produkcyjnego zyskujemy bardzo wiele. Zwiększamy produkcję, przy jednoczesnym zmniejszeniu tzw. odrzutów i zmniejszeniu zużycia materiału.



Rys. 1.3 Oszczędność energii.

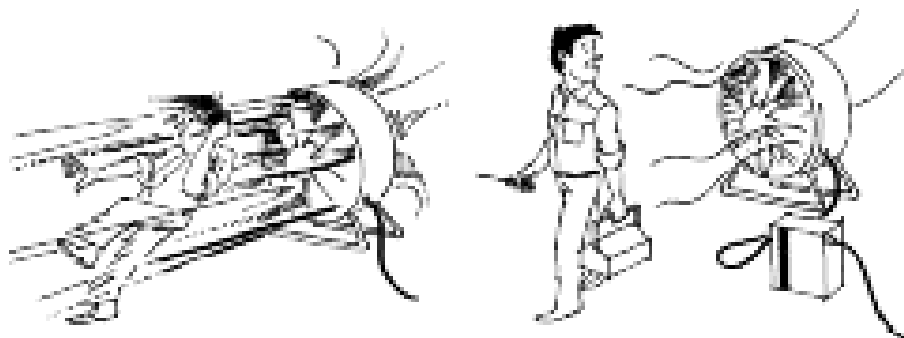
- *Płynna praca maszyny*

Dzięki zastosowaniu przebiegów częstotliwości liczba przerw w pracy może być znacznie obniżona. Używanie łagodnego rozruchu powoduje złagodzenie niekorzystnych zjawisk lub nawet ich wyeliminowanie.

- *Zmniejszenie kosztów eksploatacji*

Przebieg częstotliwości nie wymaga żadnej konserwacji. Kiedy jest on używany do sterowania silnikiem powoduje wydłużenie bezawaryjnego czasu pracy urządzeń wchodzących w skład danego układu np.: w sieci wodociągowej zdarzają się tzw. uderzenia wody spowodowane zanikiem zasilania i prowadzą one do

uszkodzeń rur i innych urządzeń wodociągowych. Dzięki zastosowaniu przemienników podobne przypadki można wyeliminować.

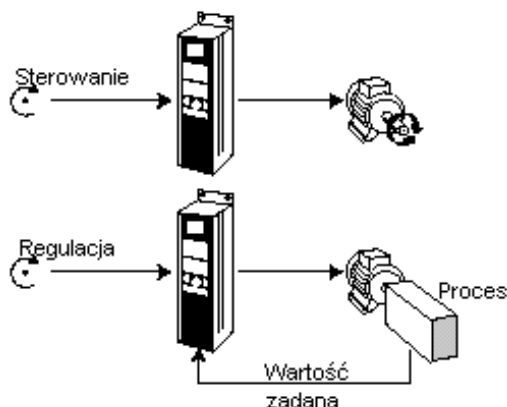


**Rys. 1.4** Poprawa warunków pracy.

Prędkość pasa przenośnego może być dopasowywana dokładnie do wymaganej prędkości pracy, np. kiedy butelki na przenośniku taśmowym są napełniane, robią dużo mniej hałasu, zaś prędkość pasa transmisyjnego może być zmniejszana, kiedy butelki ustawiają się w kolejce lub w innym przypadku, jeżeli prędkość pracy wentylatora jest regulowana, niepotrzebny hałas blisko wentylatora może być zmniejszany.

## 1.2 Definicje sterowania i regulacji

Wiele osób używa terminów sterowanie i regulacja, zamiennie. Jakkolwiek są dokładne definicje tych pojęć – w dużej mierze jako wynik rozwoju prac w dziedzinie automatyzacji. Terminy "sterowanie", czy "regulacja" zależą od specyfiki danego układu. Pojęcie "sterowanie" - oznacza taki sygnał, który jest wymagany w procesie produkcyjnym, a wymagana prędkość silnika jest posyłana do urządzeń sterujących jego pracą bez bezpośredniej kontroli jej rzeczywistej wartości. Natomiast pojęcie "regulacji" oznacza - sprzężenie zwrotne - sygnał jest wysyłany od silnika, jeżeli jego prędkość nie odpowiada wymaganiom, sygnał wysyłany silnikowi jest ustalany automatycznie aż będzie spełniać ustalone wcześniej wymagania.



**Rys. 1.5** Różnica między sterowaniem, a regulacją.