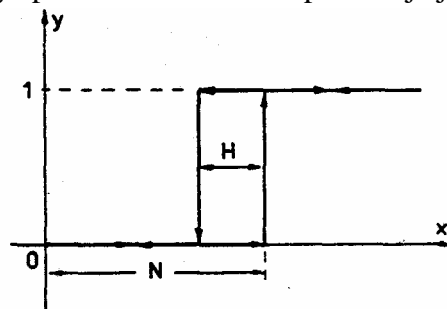


5. Regulacja dwustawna i trójstawna

W regulatorach nieciągłych wielkość wyjściowa może przyjmować tylko wybrane wartości. W regulatorze dwupołożeniowym, zwanym również dwu-stawnym, jest to wartość minimalna (zwykle zerowa) i wartość maksymalna. W regulatorze trójpołożeniowym (trójstawnym) jest to wartość maksymalna dodatnia, wartość zerowa i wartość maksymalna ujemna.

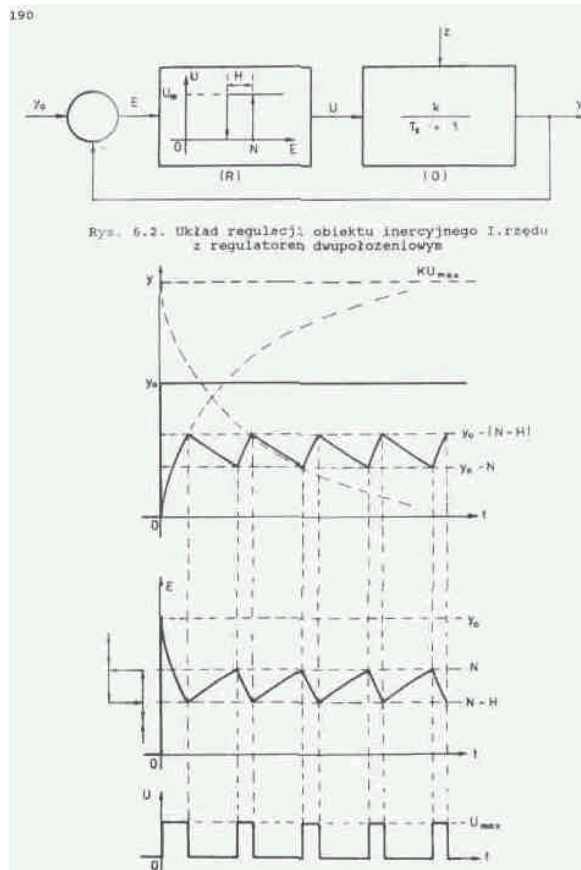
Regulatory dwupołożeniowe

Istotnym elementem regulatora dwupołożeniowego jest urządzenie o charakterystyce zawierającej strefę nieczułości N i pętlę histerezy o szerokości H , jak to pokazano na rysunku 6.1. Zmiana stanu y od 0 do 1 następuje, gdy wielkość x rośnie i osiągnie wartość W . Dalszy wzrost x nie powoduje już zmiany stanu y . Zmiana stanu y od 1 do 0 następuje, gdy wielkość x maleje i osiągnie wartość $W-H$. Dalszy spadek wartości x nie powoduje już zmiany stanu y .



Rys. 6.1. Dwustawna charakterystyka przekaźnikowa

Charakterystykę ze strefą nieczułości i histerezą posiada między inny przekaźnik elektromagnetyczny, stąd bywa ona nazywana charakterystyką przekaźnikową. Można ją uzyskać również w układzie elektronicznym, złożonym ze wzmacniacza operacyjnego, objętego pętlą dodatniego sprzężenia zwrotnego. Układ przekaźnika elektronicznego ma tę przewagę nad przekaźnikiem elektromagnetycznym, że umożliwia nastawianie wartości strefy nieczułości N i szerokości pętli histerezy H .



Rys. 6.2. Układ regulacji obiektu inercyjnego 1.rzędu z regulatorem dwupołożeniowym

Rys. 6.3. Przebiegi czasowe w układzie regulacji dwustawnej obiektu inercyjnego 1.rzędu

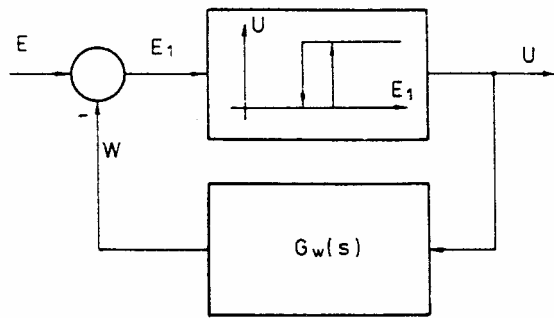
Na rysunku 6.2 przedstawiono układ regulacji, złożony z regulatora dwupołożeniowego (R) i obiektu (O) o charakterystyce członu inercyjnego 1.rzędu, opisanego transmitancją $G_o(s) = K/(Ts+1)$, zakłócanego sygnałem z . Regulator steruje obiektem impulsami prostokątnymi sygnału U o amplitudzie U_{max} . Na rysunku 6.3 pokazano przebiegi sygnałów y , E i U , jako odpowiedzi na skokową zmianę wartości zadanej $y_0 > N$. Jak widać z rysunku, wielkość regulowana oscyluje wokół wartości $y = y_0 - (N-H)/2$, zaś uchyb regulacji ma składową stałą $E = N - H/2$. Częstotliwość oscylacji jest zależna od szerokości pętli histerezy H i stałych czasowych obwodu regulacji.

Strefę nieczułości N można zmniejszyć, stosując na wejściu regulatora wzmacniacz uchybu E . Wówczas nowe wartości N_1 i H_1 wyrażą się zależnościami $N_1 = N/k_w$, $H_1 = H/k_w$ gdzie k_w jest współczynnikiem wzmocnienia wzmacniacza.

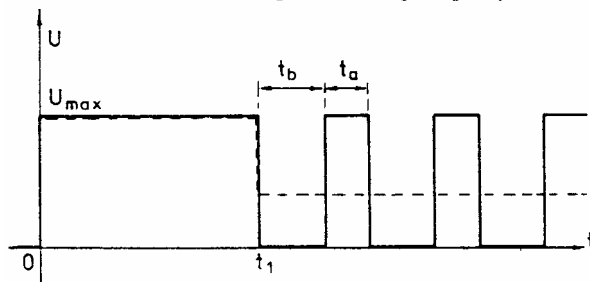
W niektórych rozwiązaniach strefa nieczułości jest zredukowana do wartości $N = H/2$. W tym przypadku, wielkość wyjściowa oscyluje wokół wartości y_0 , zaś uchyb wokół zera.

Zastosowanie prostych regulatorów dwupołożeniowych (bez sprzężenia zwrotnego wokół regulatora) ogranicza się do procesów o małych stałych czasowych i niewielkich wymaganiach co do jakości regulacji.

Polepszenie własności regulatora dwupołożeniowego można uzyskać przez zastosowanie dynamicznego sprzężenia zwrotnego, jak to pokazano na rysunku 6.7. Zastosowanie odpowiedniego członu dynamicznego $G_w(s)$ w obwodzie sprzężenia zwrotnego regulatora, pozwala na uzyskanie charakterystyk regulatora o wyjściu impulsowym, odpowiadających działaniu PD, PI lub PID.



Rys. 6.7. Schemat blokowy regulatora dwupołożeniowego z układem dynamicznego sprzężenia zwrotnego



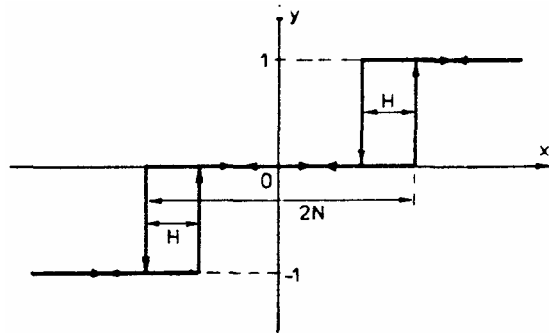
Rys. 6.8. Odpowiedź skokowa regulatora dwustawnego z członem inercyjnym 1.rzędu w pętli sprzężenia zwrotnego

Jeśli przykładowo, w sprzężeniu zwrotnym mamy człon inercyjny 1.rzędu o transmitancji $G_w(s) = K_w / (T_w s + 1)$, to odpowiedź U regulatora na skok uchybu E_1 będzie wynikać z zasady podanej na rys. 6.3 i będzie mieć postać ciągu impulsów, przedstawionych na rysunku 6.8. Odpowiedź tę, zawierającą pierwszy impuls o czasie trwania t_1 , a następnie ciąg jednakowych impulsów o wypełnieniu $t_a / (t_a + t_b)$, możemy traktować jako odpowiadającą działaniu PD.

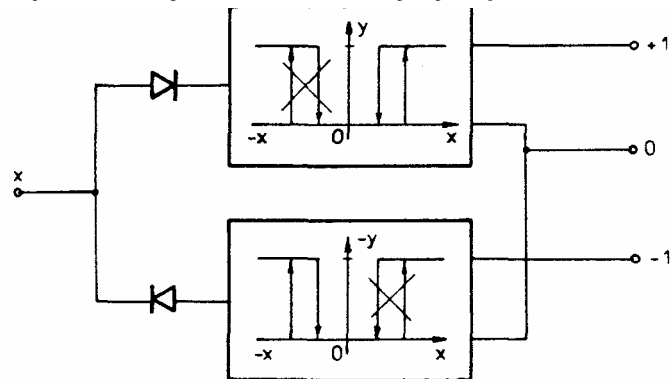
Regulatory trójpłaszczyńcowe

Ważnym elementem regulatora trójpłaszczyńcowego jest urządzenie o charakterystyce pokazanej na rys. 6.9, a więc mającej strefę nieczułości $2N$ oraz dwa wyróżnione położenia $+1$ i -1 , każde z pętlą histerezy o szerokości H .

Charakterystykę trójpłaszczyńcową możemy uzyskać z dwóch charakterystyk dwupołożeniowych odpowiednio zestawionych. Na przykład możemy połączyć dwa elementy dwustawne, tak zwane obojętne, to znaczy o charakterystyce symetrycznej względem osi stanów y . Charakterystyki takie mają przekaźniki elektromagnetyczne, w których stan pracy nie zależy od kierunku prądu sterującego. Układ z rysunku 6.10 daje właśnie taką charakterystykę trójpłaszczyńcową. Równie prosto możemy uzyskać taką charakterystykę przez odpowiednie połączenie przerzutników elektronicznych. Dodatkową zaletą układów elektronicznych jest możliwość nastawiania wartości N i H .



Rys. 6.9. Trójstawna charakterystyka przekaźnikowa



Rys. 6.10. Realizacja charakterystyki trójpołożeniowej z zastosowaniem dwóch obojętnych elementów dwustawnych