



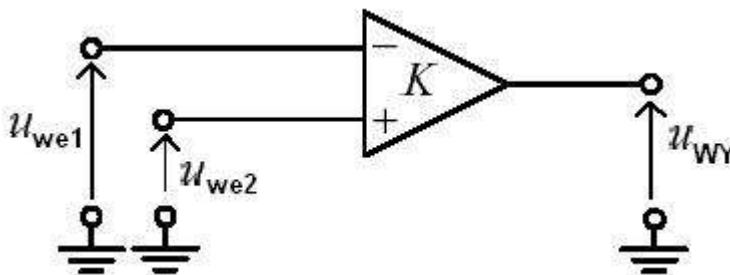
Politechnika Wrocławska

## Komparatory napięcia

# Wprowadzenie

## Definicja

Komparatorem napięcia nazywamy szerokopasmowy wzmacniacz operacyjny, którego napięcie wyjściowe przyjmuje jedynie dwie skrajne wartości: minimalną lub maksymalną, przy czym poziomy tego napięcia są zazwyczaj dopasowane do standardów cyfrowych (TTL, CMOS, ECL). Ponieważ komparatory pracują bez wewnętrznego sprzężenia zwrotnego są stale przesterowane. Dlatego też są one tak konstruowane aby wyeliminować konsekwencje wynikające z pracy w warunkach przesterowania, czyli przeciwdziałać nasyceniu tranzystorów.



Rys. 1. Symbol komparatora z zaznaczonymi napięciami wejściowymi i napięciem wyjściowym

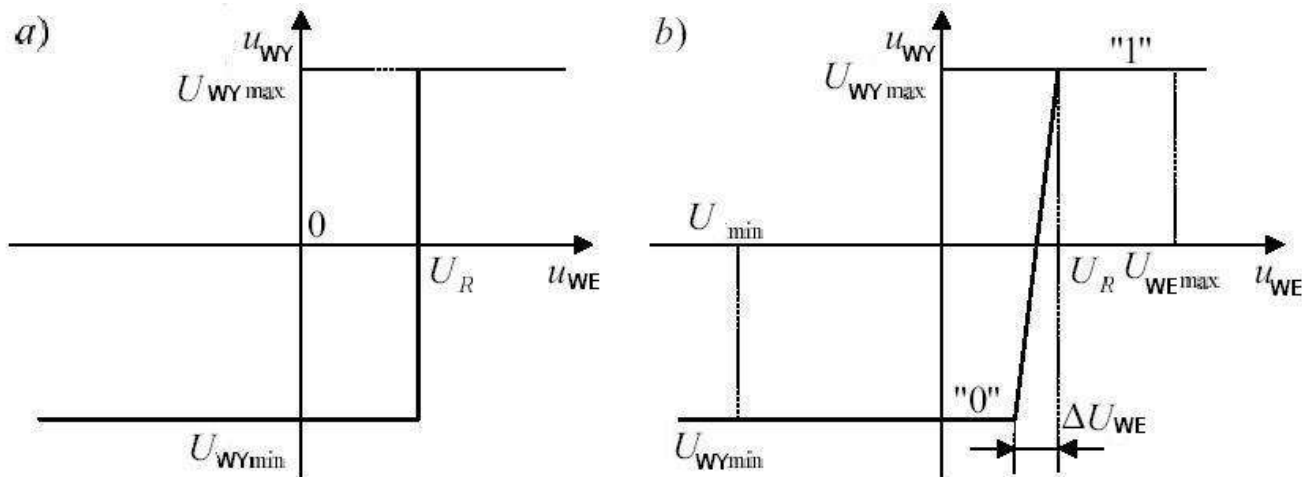


# Wprowadzenie

Najważniejsze parametry komparatorów napięcia:

- wzmacnienie napięciowe,
- współczynnik tłumienia sygnału sumacyjnego CMRR,
- czułość (rozdzielczość),
- czas odpowiedzi,
- szybkość narostu napięcia wyjściowego
- maksymalne dopuszczalne napięcie wejściowe i maksymalne dopuszczalne różnicowe napięcie wejściowe,
- poziomy napięcia wyjściowego,
- maksymalne prądy wyjściowe,
- obciążalność wyjściowa.

# Wprowadzenie



Rys. 2. Charakterystyka przejściowa komparatora: a) idealnego, b) rzeczywistego

Komparatory realizują następującą funkcję:

$$U_{wy} = \begin{cases} U_{wy \min} & u_{we} < U_R \\ 0 & u_{we} = U_R \\ U_{wy \max} & u_{we} > U_R \end{cases} \quad \text{dla}$$

$U_R$  – napięcie odniesienia

# Wprowadzenie

Układy porównujące (komparatory) możemy podzielić ze względu na pełnioną funkcję na:

- detektory przejścia przez zero ( $U_R = 0V$ ),
- dyskryminatory progowe ( $U_R \neq 0V$ ),
- dyskryminatory okienkowe ( $U_{R1} < U_R < U_{R2}$ ).

Komparatory mogą pracować jako układy odwracające lub nieodwracające, z histerezą lub bez niej.

# Wprowadzenie

Komparatory możemy podzielić na:

- nieregeneracyjne – gdzie przerzut pomiędzy stanami wyjściowymi układu wynika ze wzmocnienie różnicy napięć wejściowych z silnym ograniczeniem  $U_{wy}$  (zależność szybkości zmian  $U_{wy}$  od szybkości zmian napięć wejściowych)
- regeneracyjne – (przerzutnikowe) przerzut jest wyzwalany po przekroczeniu przez różnicę napięć wejściowych strefy czułości komparatora (mała zależność szybkości zmian  $U_{wy}$  od szybkości zmian napięć wejściowych)

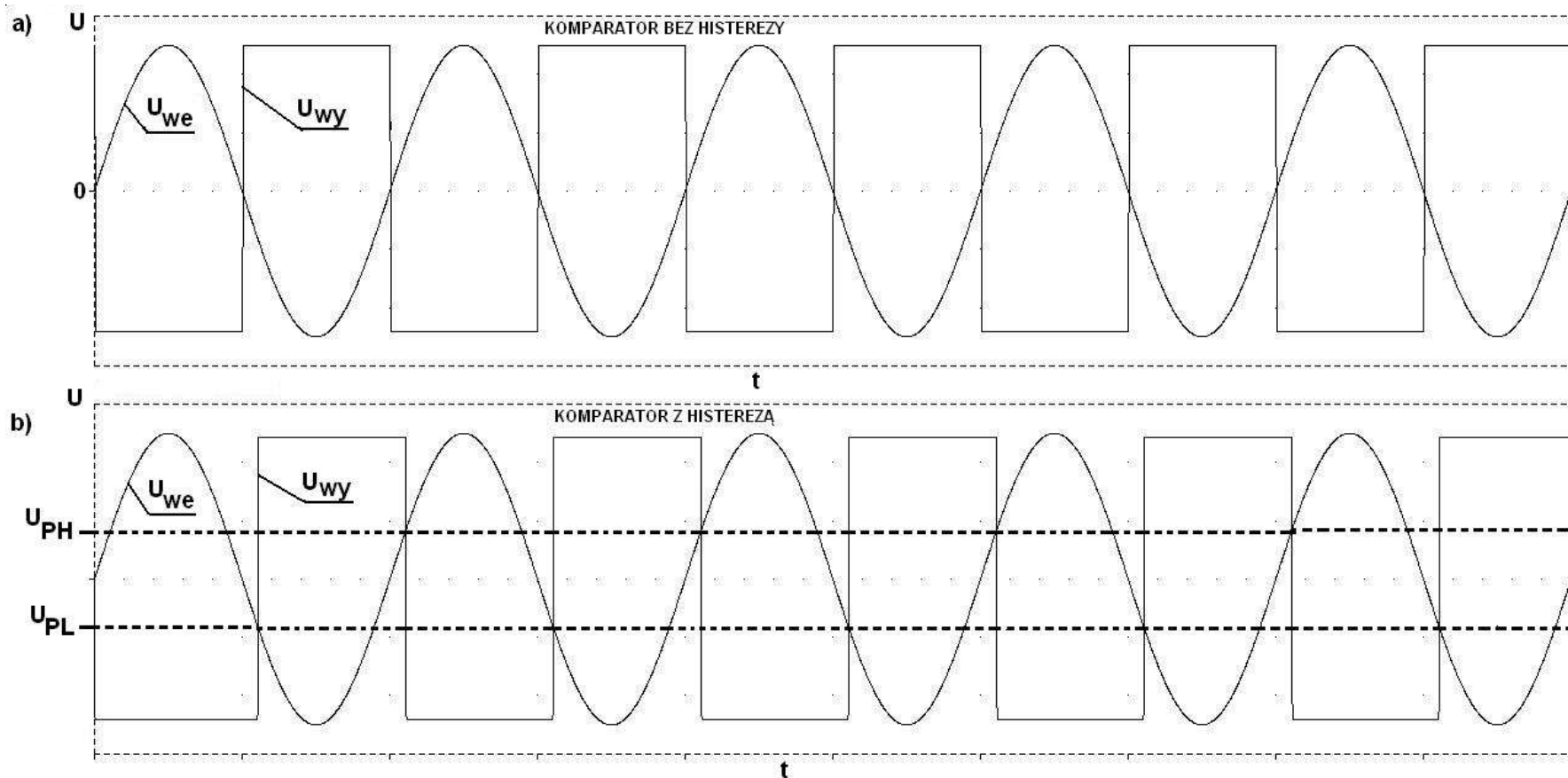
# Wprowadzenie

Niektóre komparatory posiadają możliwość:

- strobowania (wymuszania na wyjściu jednego ze stanów logicznych),
- zatraskiwania (zapamiętania na wyjściu aktualnego stanu logicznego).

Często spotyka się komparatory o wyjściach typu: „otwarty emiter” lub „otwarty kolektor”. Wymagają one podłączenia do wyjść zewnętrznych rezystorów, przy czym wartość rezystancji zależy od standardu układu logicznego, z którym będzie współpracował komparator. Wartości te są zazwyczaj podawane przez producentów w notach aplikacyjnych.

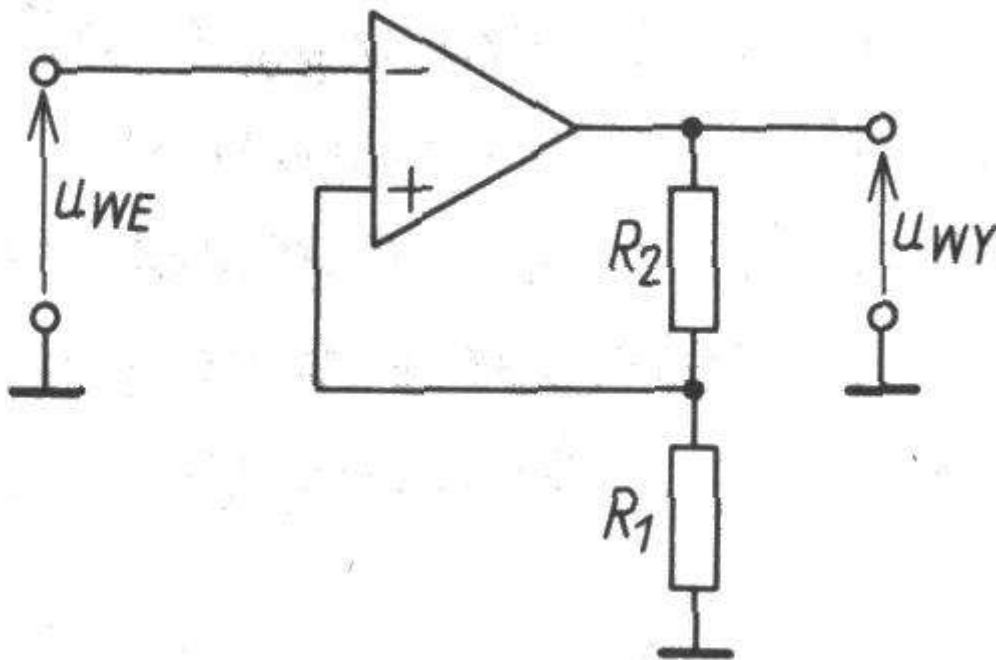
# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator odwracający



Rys. 3. Przebiegi wejściowe i wyjściowe komparatorów odwracających: a) bez histerezy, b) z histerezą

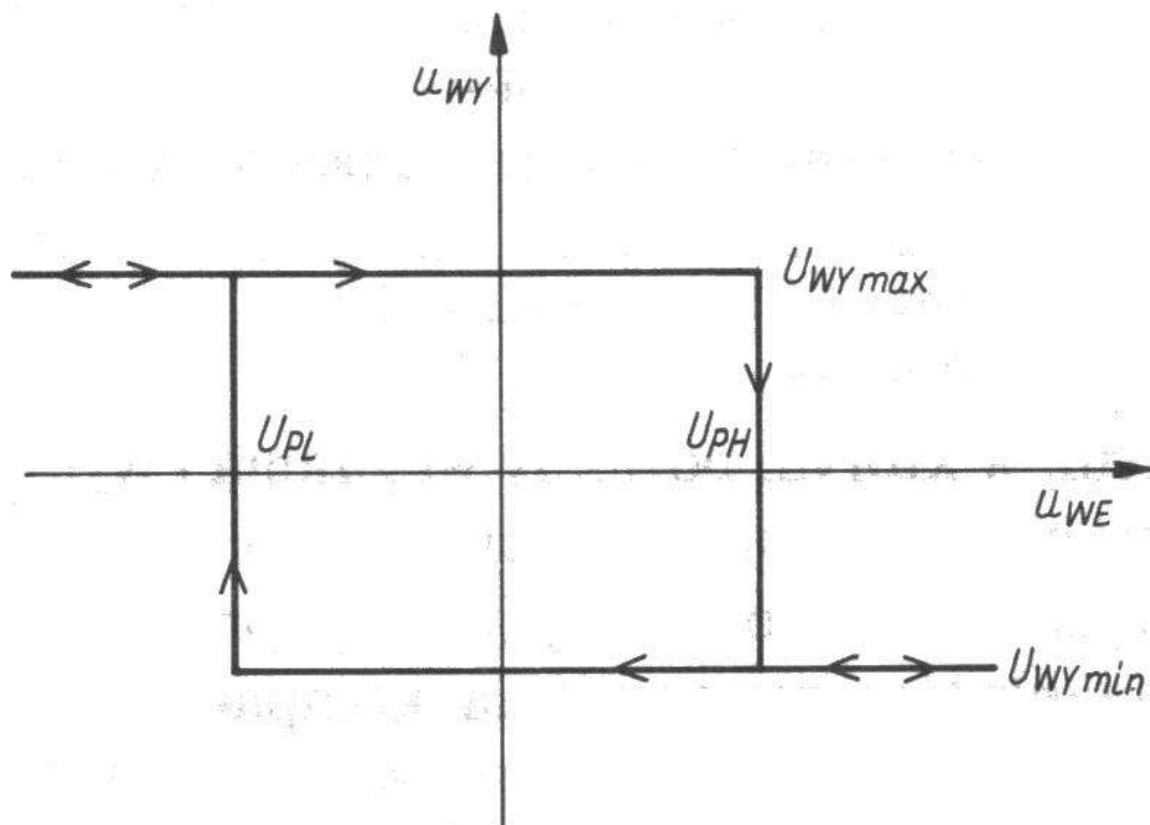


# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator odwracający



Rys. 4. Schemat komparatora odwracającego z histerezą

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator odwracający



Rys. 5. Charakterystyka przejściowa komparatora odwracającego

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator odwracający

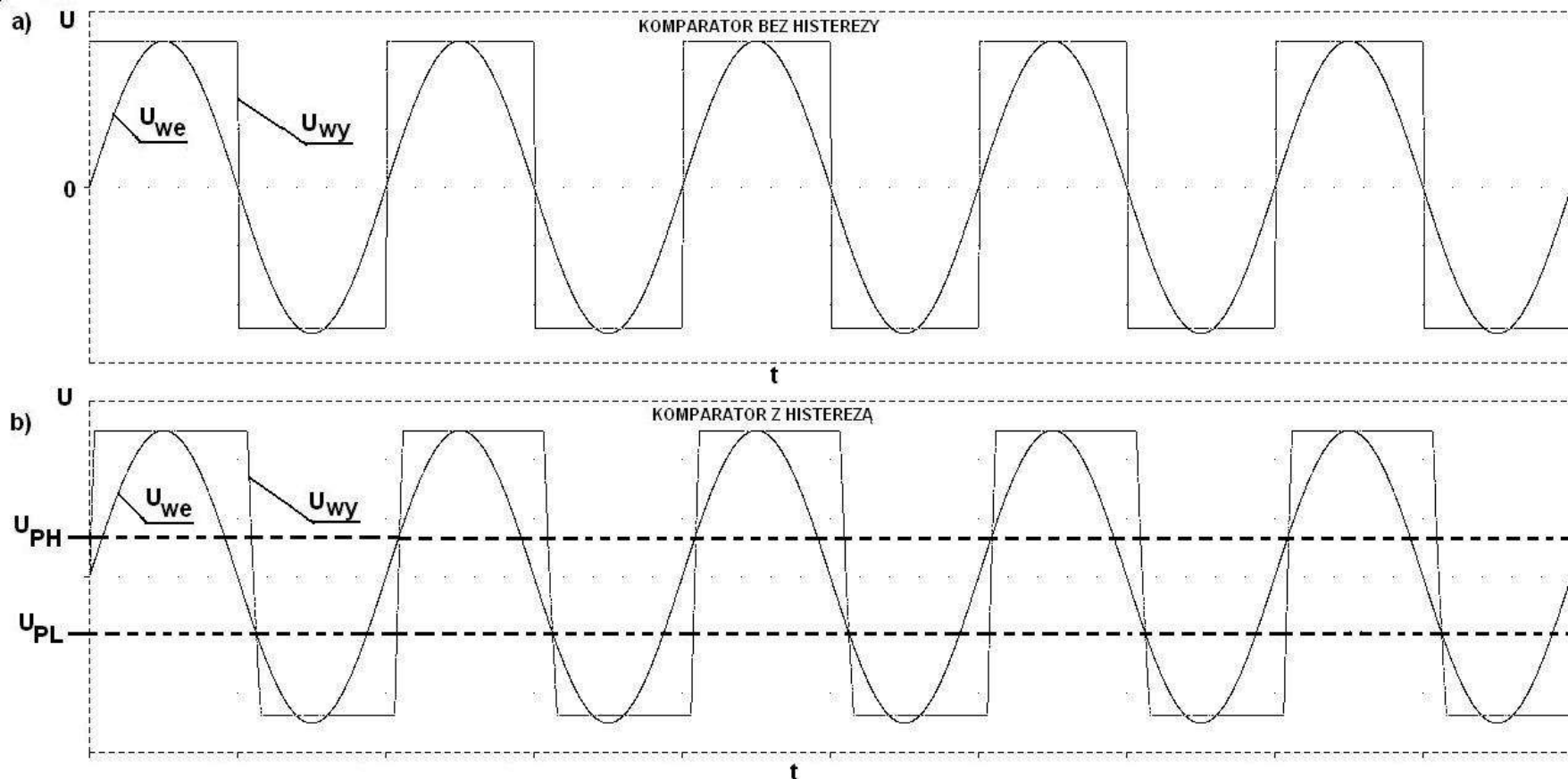
Dla układu obowiązują następujące zależności:

$$U_{PL} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{wy \min}$$

$$U_{PH} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{wy \max}$$

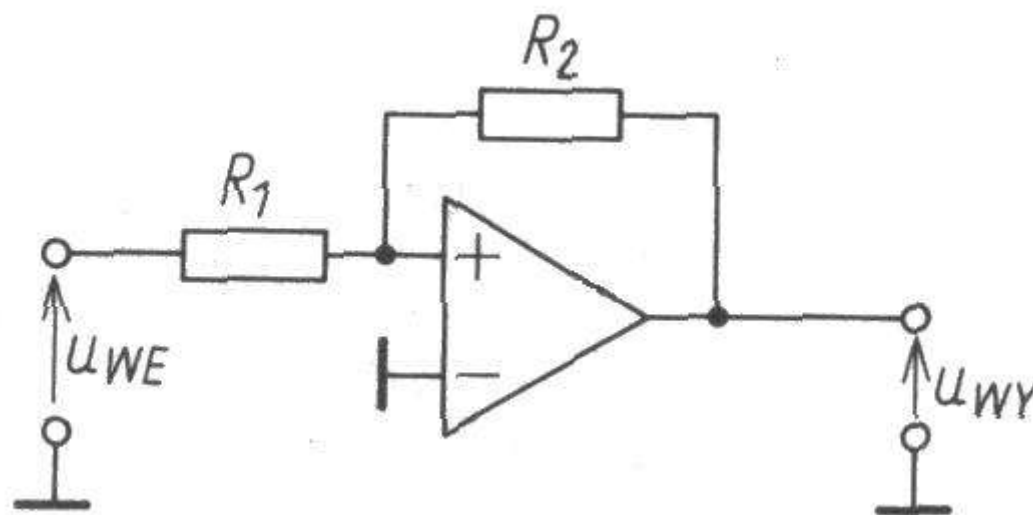
$$\Delta U_{we} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{wy \max} - U_{wy \min})$$

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator nieodwracający



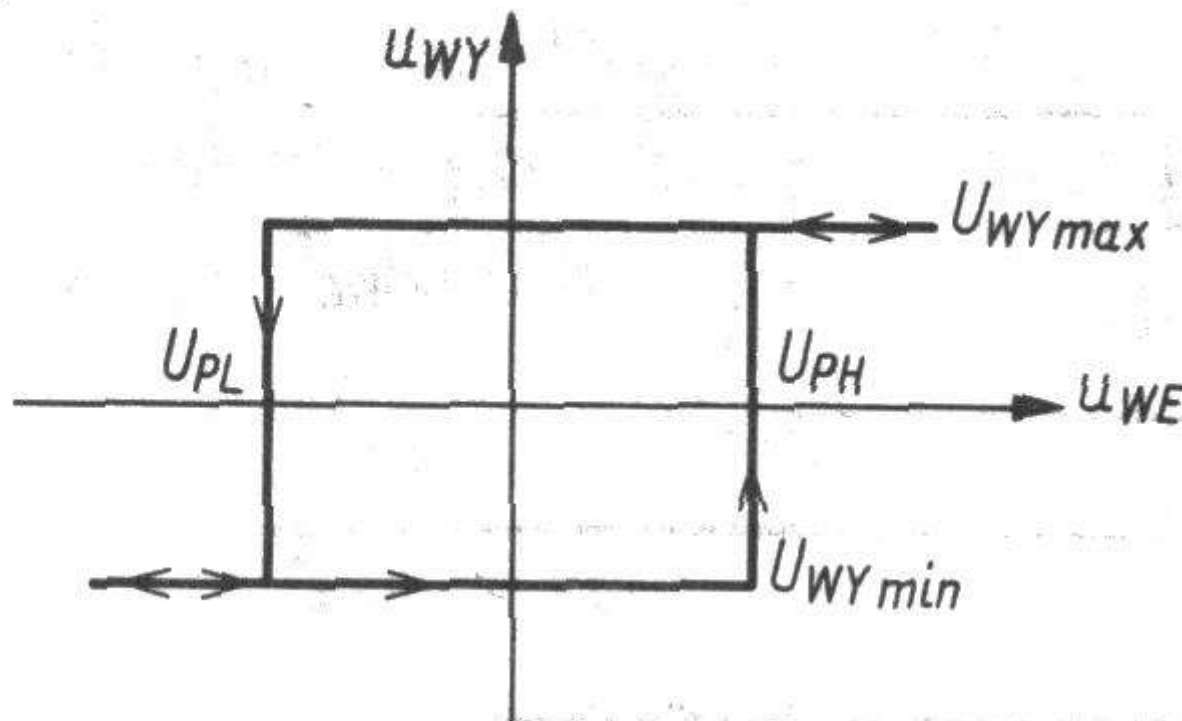
Rys. 6. Przebiegi wejściowe i wyjściowe komparatorów nieodwracających: a) bez histerezy, b) z histerezą

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator nieodwracający



Rys. 7. Układ komparatora nieodwracającego z histerezą

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator nieodwracający



Rys. 8. Charakterystyka przejściowa komparatora nieodwracającego

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator nieodwracający

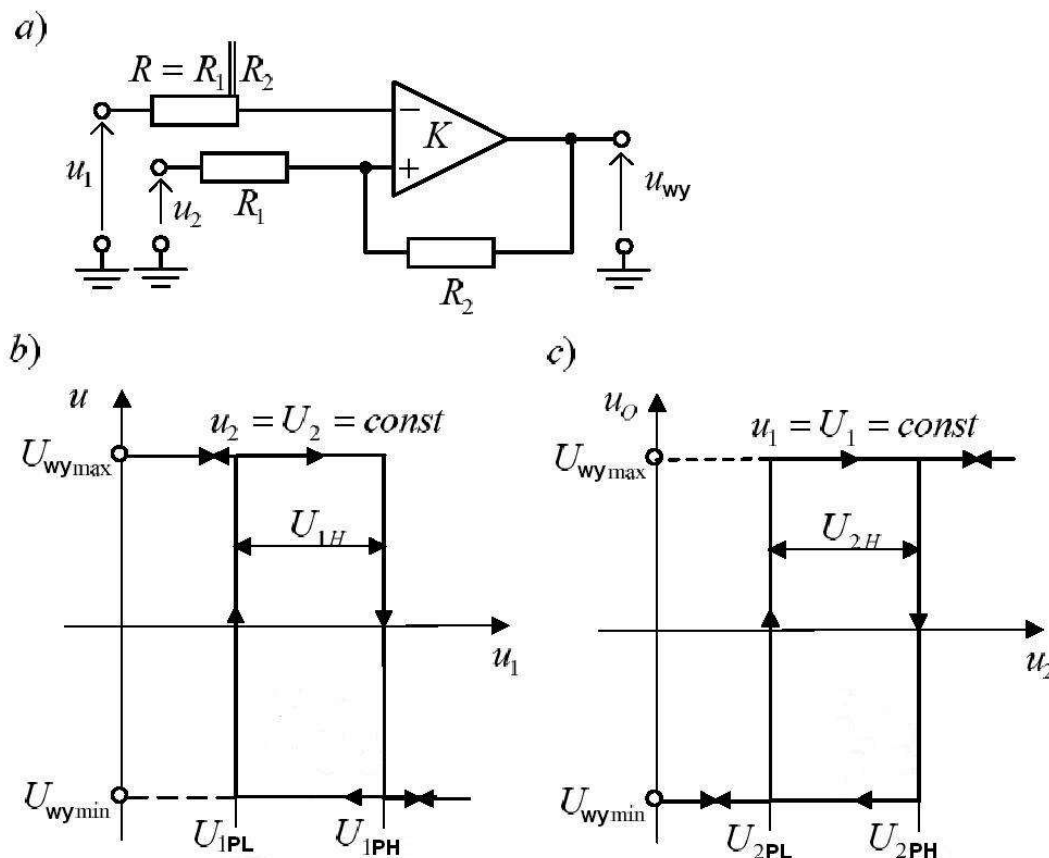
Dla układu obowiązują zależności:

$$U_{PL} = -\frac{R_1}{R_2} U_{wy \min}$$

$$U_{PH} = -\frac{R_1}{R_2} U_{wy \max}$$

$$\Delta U_{we} = \frac{R_1}{R_2} (U_{wy \max} - U_{wy \min})$$

# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator uniwersalny



Rys. 9. Uniwersalny komparator z histerezą: a) schemat układu, b) charakterystyka komparatora odwracającego, c) charakterystyka komparatora nieodwracającego



# Komparatory z histerezą (przerzutniki Schmitta) - komparator uniwersalny

Dla układu odwracającego:

$$U_{1PL} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_2 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{wy \min}$$

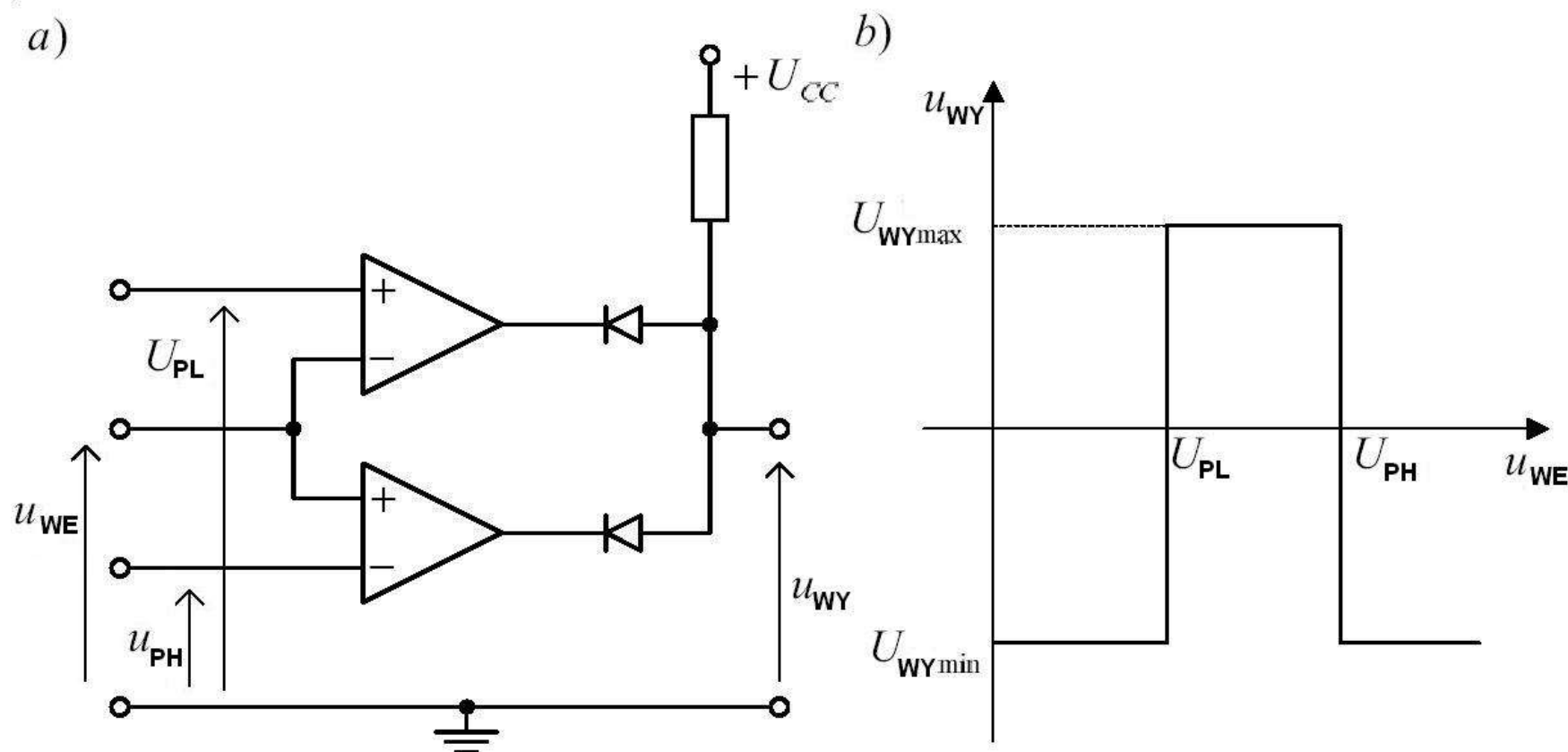
$$U_{1PH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_2 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{wy \max}$$

Dla układu nieodwracającego:

$$U_{2PL} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} U_1 - \frac{R_1}{R_2} U_{wy \max}$$

$$U_{2PH} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} U_1 - \frac{R_1}{R_2} U_{wy \min}$$

# Komparator (dyskryminator) okienkowy



Rys. 10. Komparator okienkowy: a) schemat układu, b) charakterystyka przejściowa



# Zagadnienia

1. Rodzaje i parametry komparatorów.
2. Komparator odwracający z histerezą.
3. Komparator nieodwracający z histerezą.
4. Komparator okienkowy.