

# GENERATORY I PRZERZUTNIKI

## Plan wykładu:

### 1. Przerzutniki

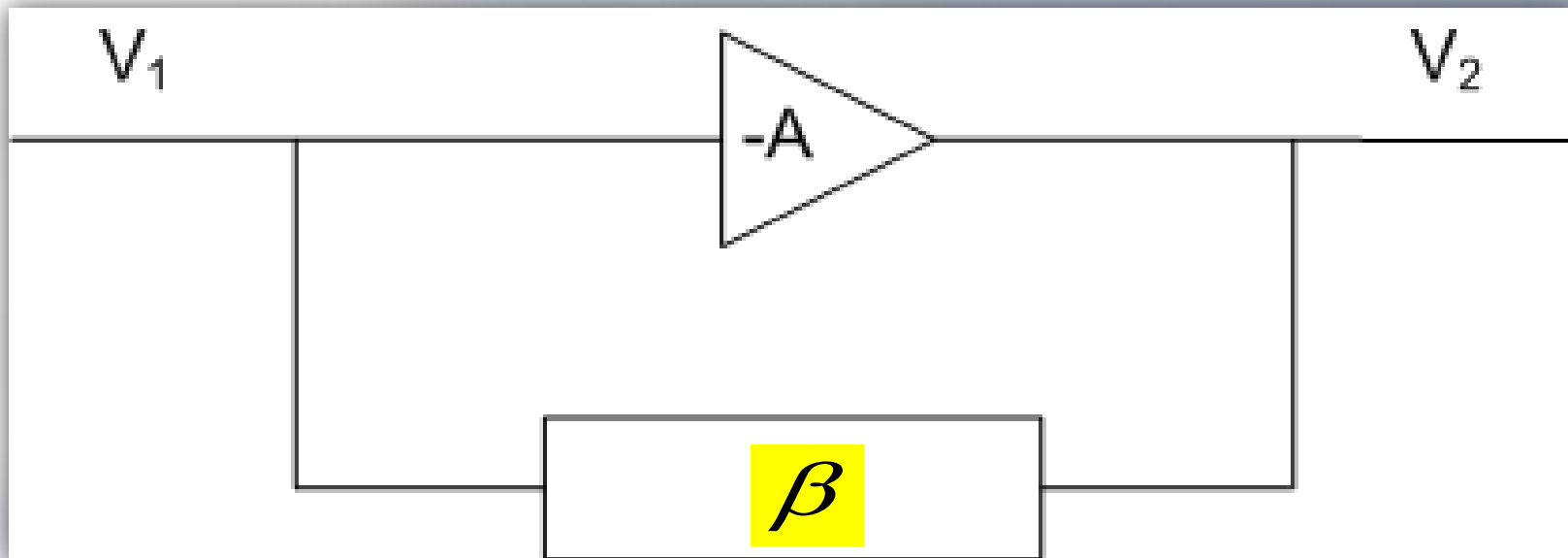
- a) Dodatnie sprzężenie zwrotne
- b) Przerzutnik bistabilny
- c) Przerzutnik astabilny

### 1. Generatory

- a) Warunki generacji sygnału
- b) Generator z mostkiem Wiena
- c) Generator z przesuwnikiem

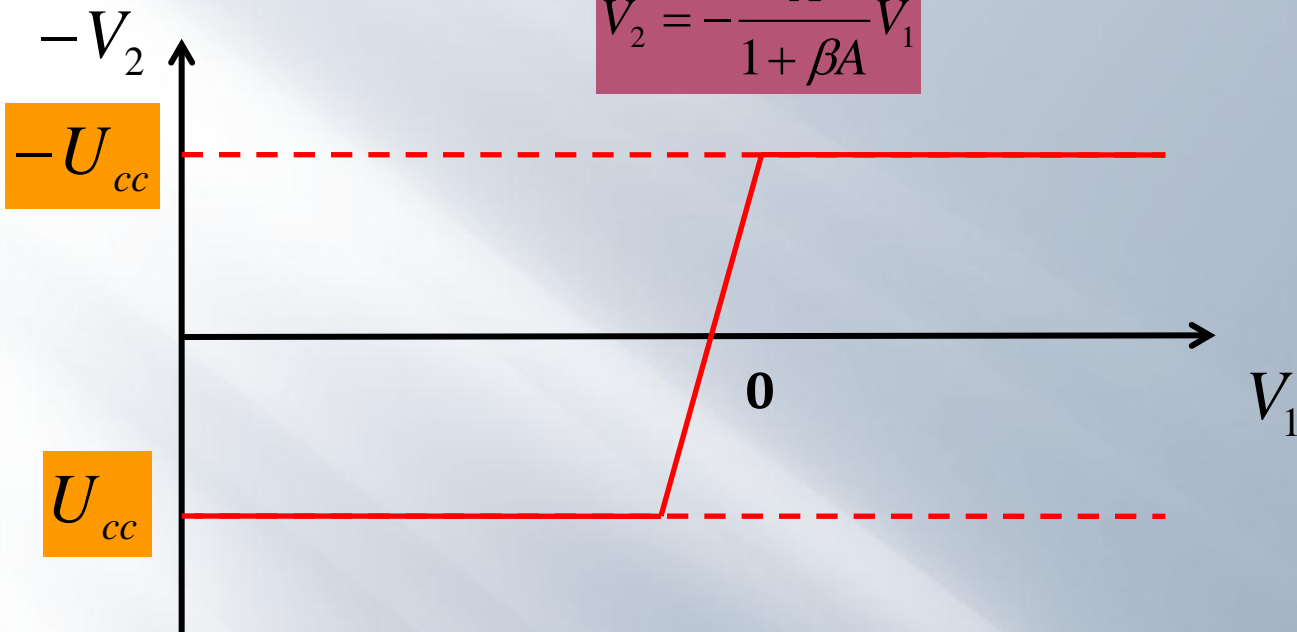
### 2. Podsumowanie

# Przerzutniki

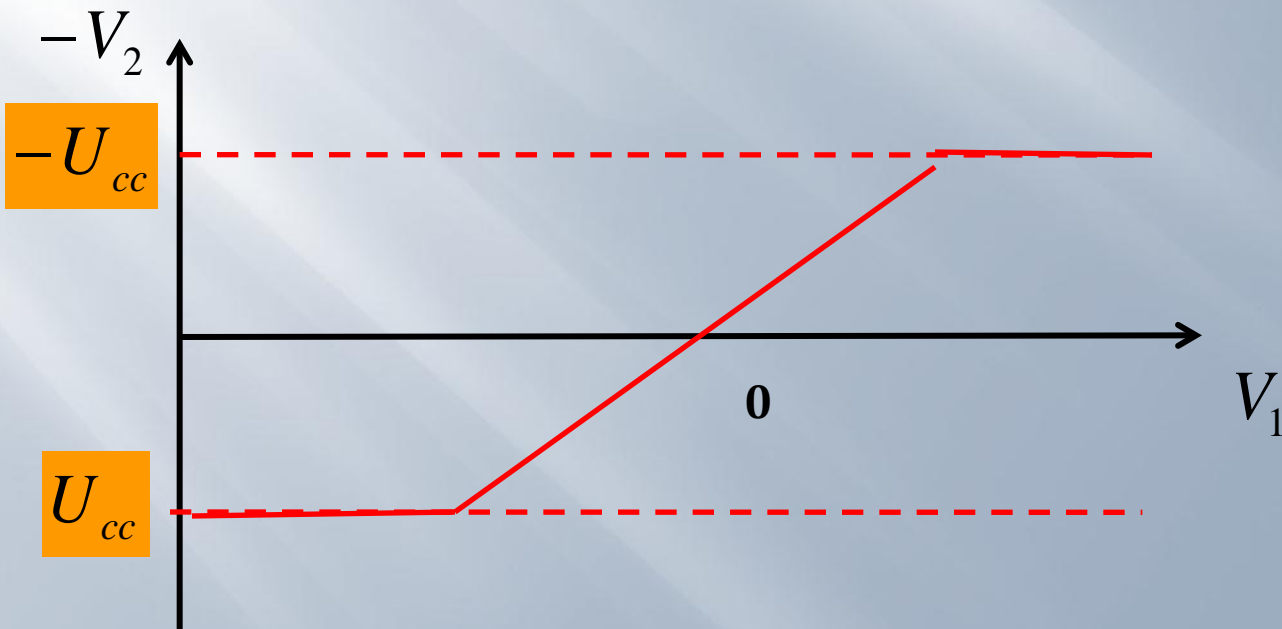


$$V_2 = -\frac{A}{1 + \beta A} V_1$$

$$V_2 = -\frac{A}{1 + \beta A} V_1$$

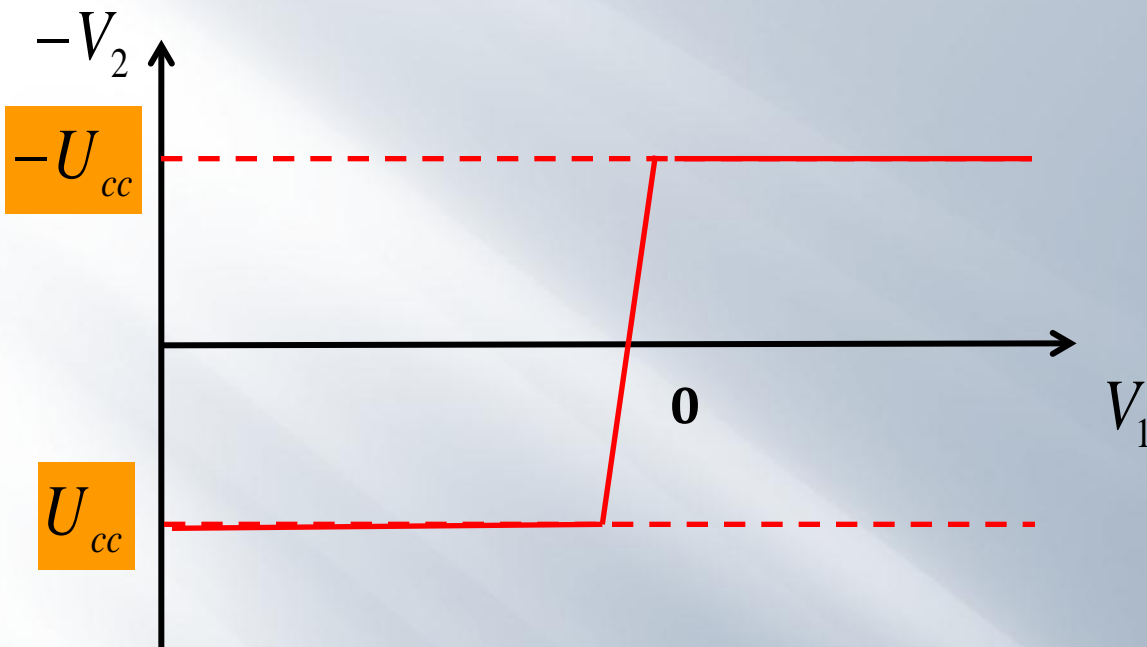


Dla  $\beta = 0$ :  
wzmacniacz z  
otwartą pętlą  
sprzężenia  
zwrotnego



Dla  $\beta > 0$ :  
ujemne  
sprzężenie  
zwrotne

$$\frac{A}{1 + \beta A} < A$$



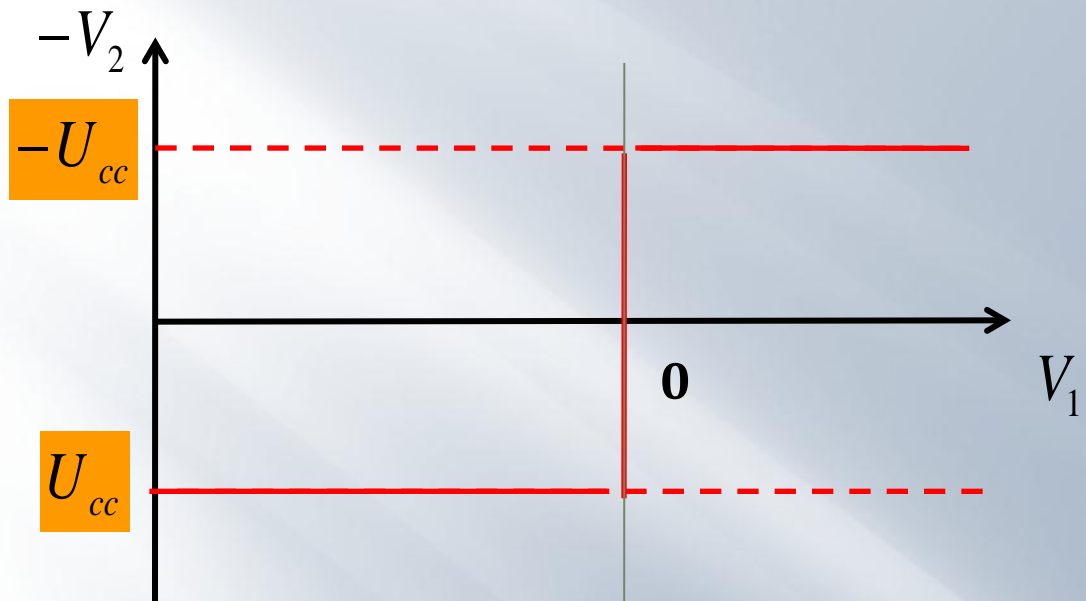
$$0 > \beta > -\frac{1}{A}$$

$$0 > \beta A > -1$$

$$\frac{A}{1 - |\beta|A} > A$$

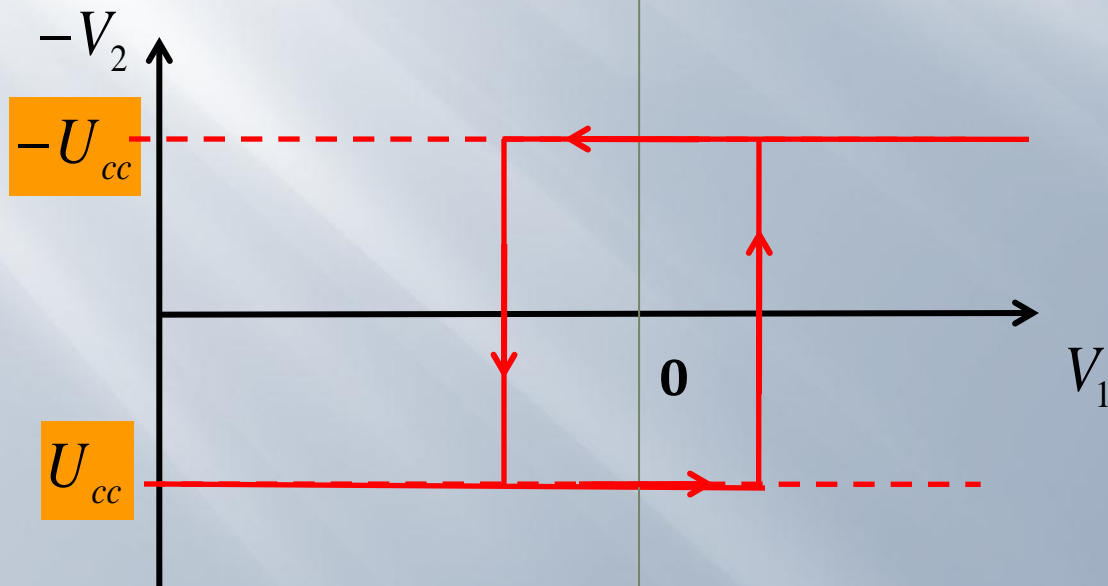
$$V_2 = -\frac{A}{1 + \beta A} V_1$$

**Początek dodatniego sprzężenia zwrotnego**



$$V_2 = -\frac{A}{1 + \beta A} V_1$$

$$\beta = -\frac{1}{A}$$

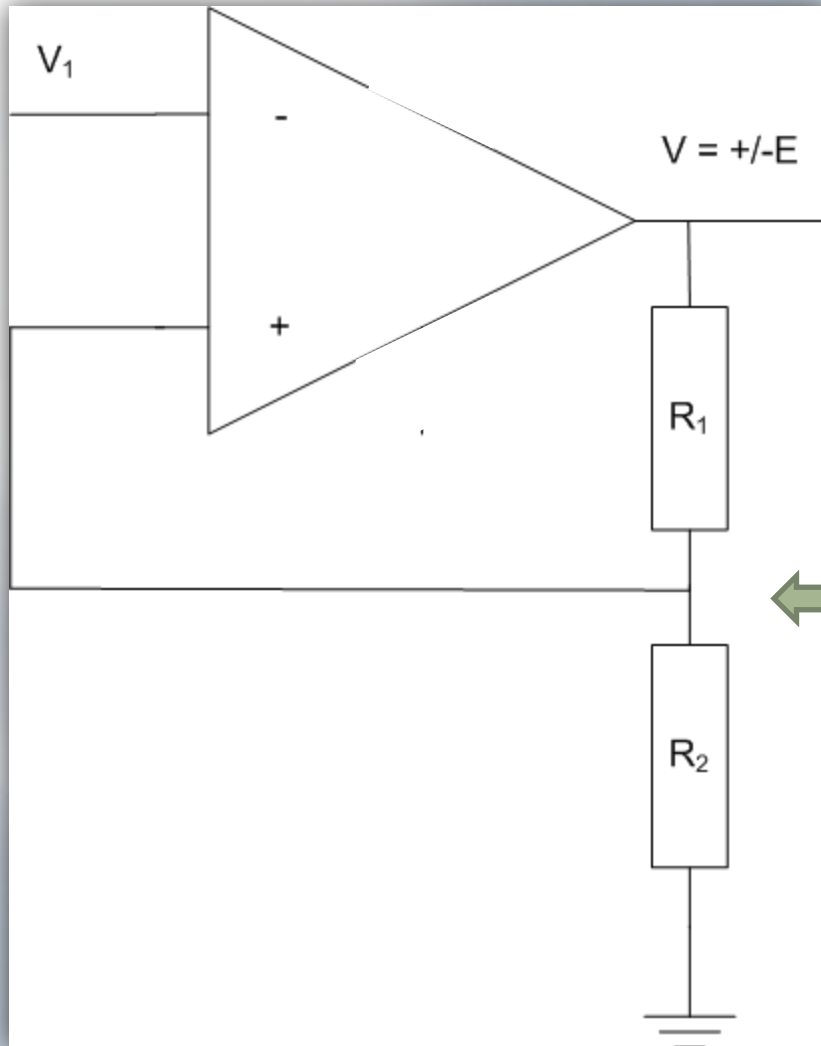


$$-\frac{1}{A} > \beta$$

$$\frac{A}{1 - |\beta|A} < 0$$

**Układ z dwoma stanami stabilnymi**

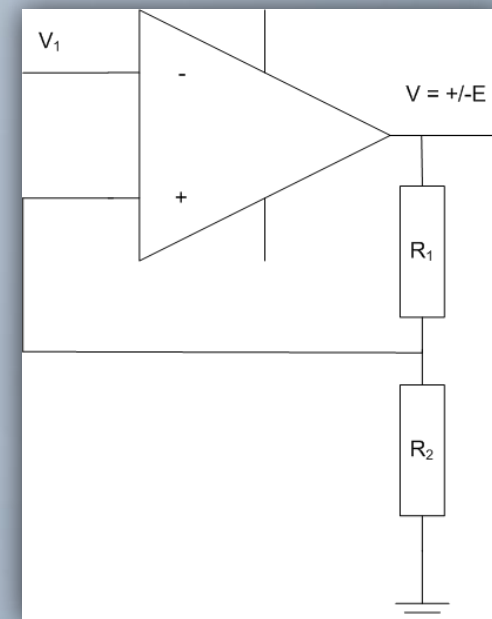
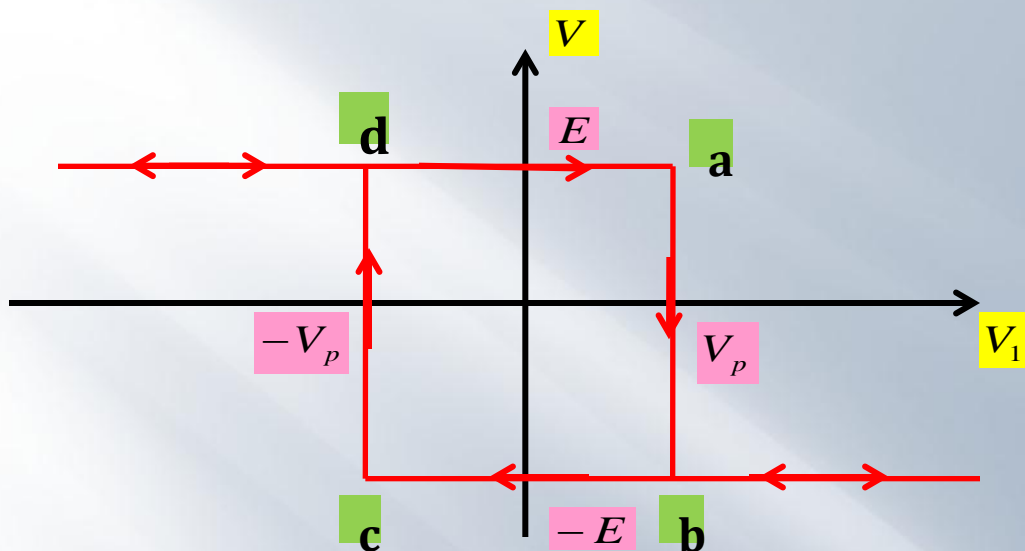
# Przerzutnik bistabilny



**+/-E - napięcia zasilania**

$$V_p = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

Układ bistabilny „pamięta” czy na wejściu napięcie przekroczyło  $V_p$  czy  $-V_p$

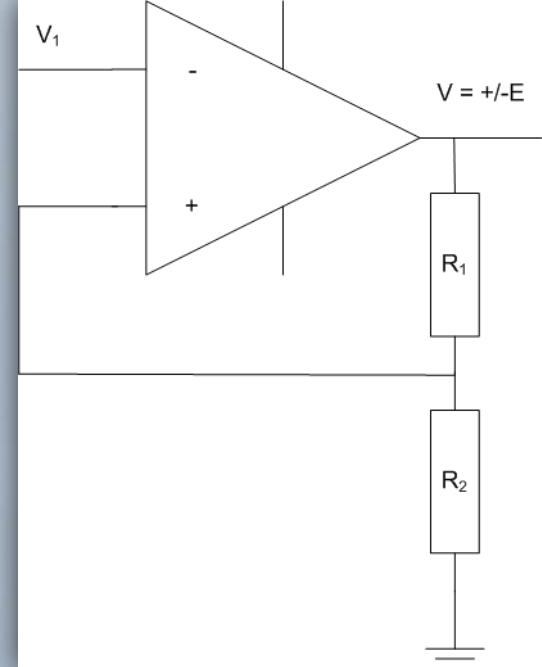
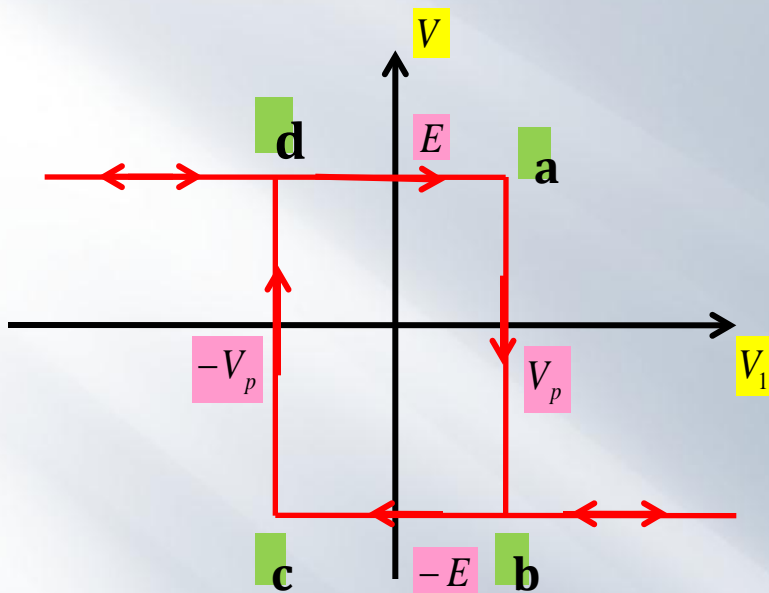


Rozważmy, że początkowo napięcie na wyjściu jest  $V=E$

$$V_1 < V_p \Rightarrow V_p - V_1 > 0$$

W punkcie (a) osiągamy na wejściu (-) wartość napięcia  $V_p$ . Minimalne przekroczenie tego napięcia powoduje przeskok napięcia wyjściowego na  $V=-E$

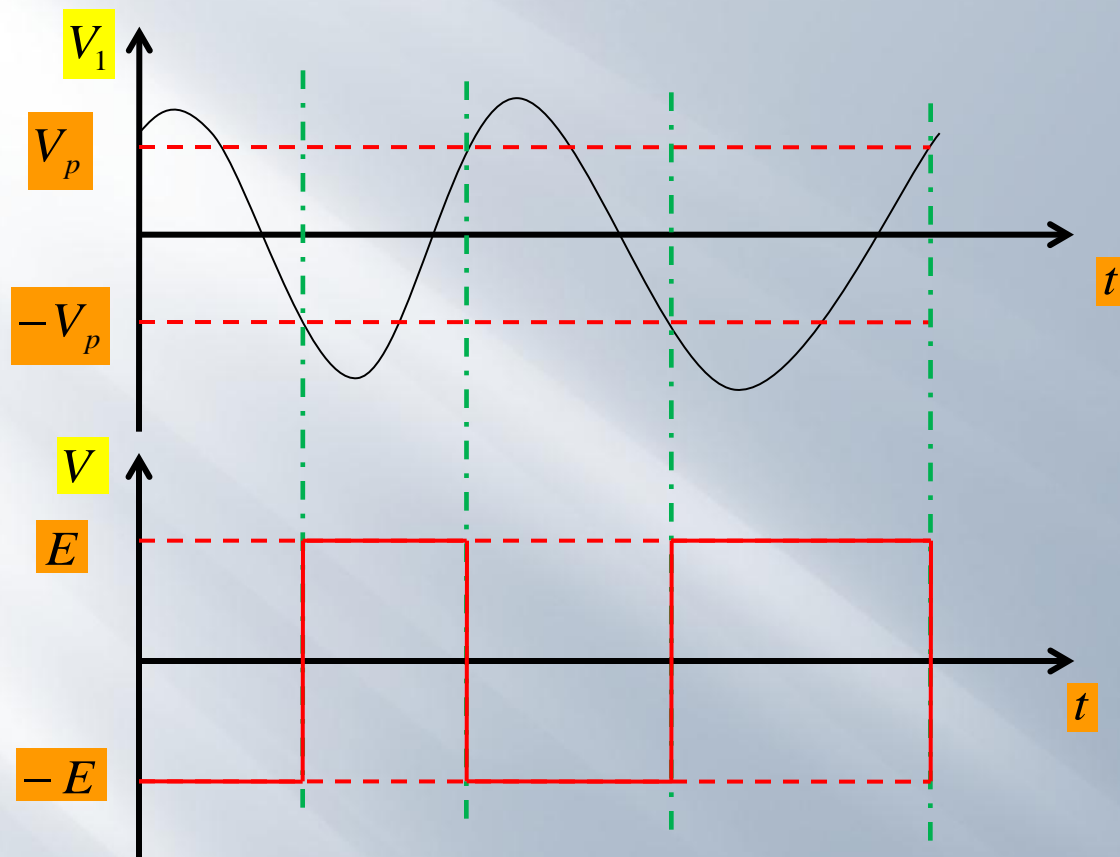




Dalszy wzrost napięcia na wejściu (-) nie zmienia już stanu wyjścia. Na wejściu (+) mamy napięcie  $-V_p$ .

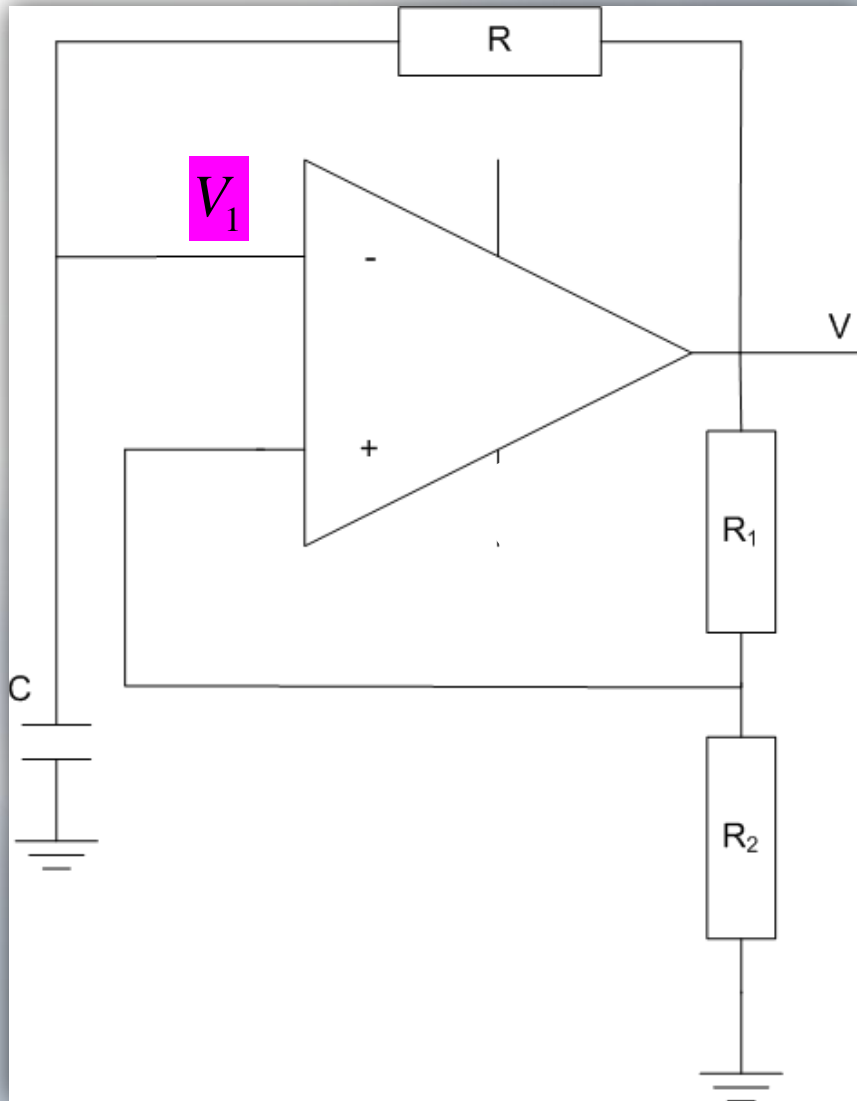
$$V_1 > -V_p \Rightarrow V_p - V_1 < 0$$

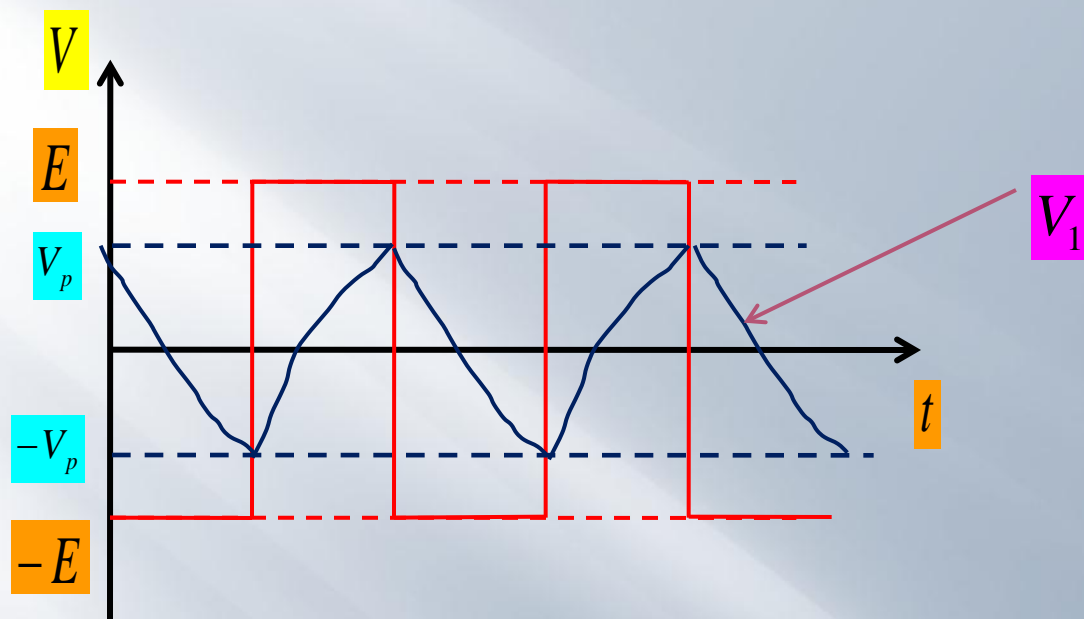
Poruszając się od (b) do (c) poruszamy się do chwili kiedy napięcie  $V_1 = -V_p$ . Następuje przeskok napięcia wyjściowego na  $V=E$



**Układ bistabilny „pamięta” czy na wejściu napięcie przekraczało  $V_p$  czy  $-V_p$**

# Przerzutnik astabilny



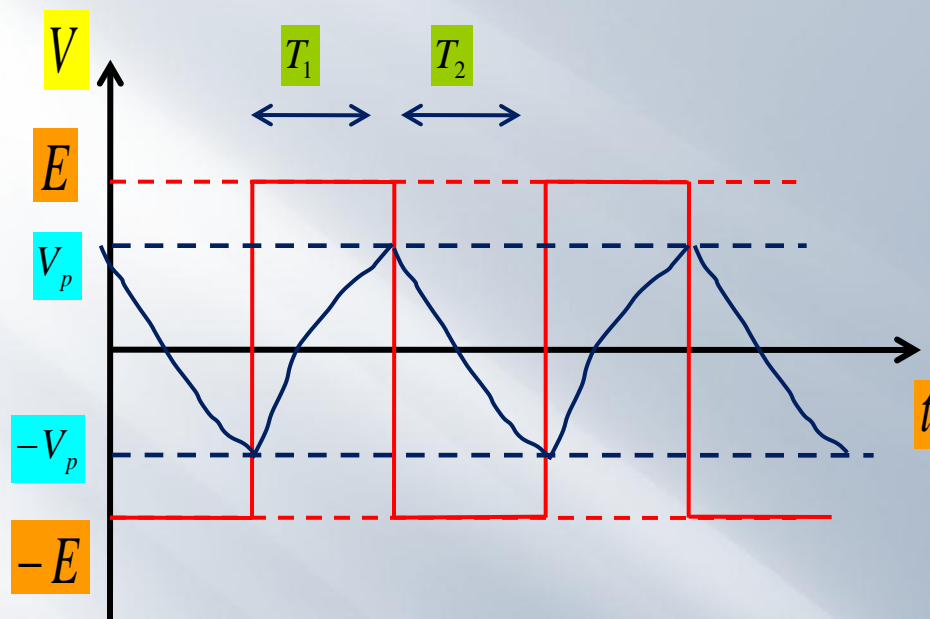


Napięcie kondensatora zmienia się zgodnie z funkcją:

$$V_1(t) = (E + V_p) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) - V_p$$

$$\tau = RC$$

Kondensator ładuje się od  $-V_p$  do  $E$

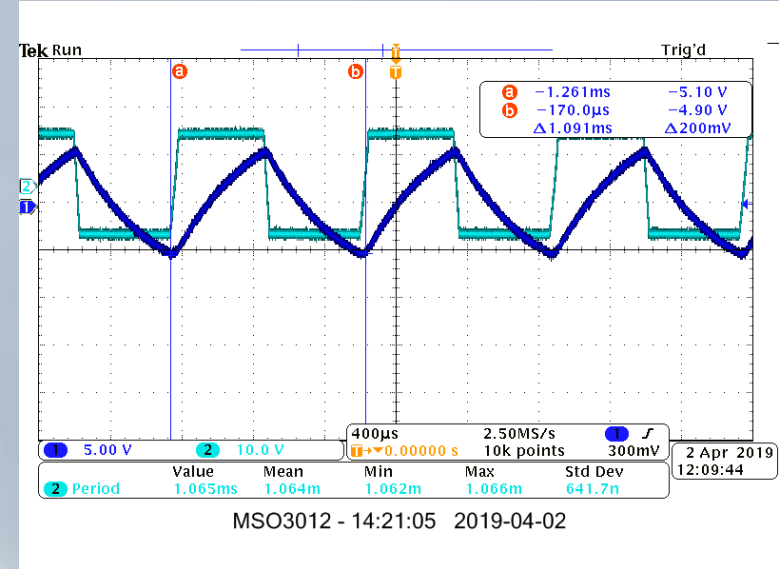
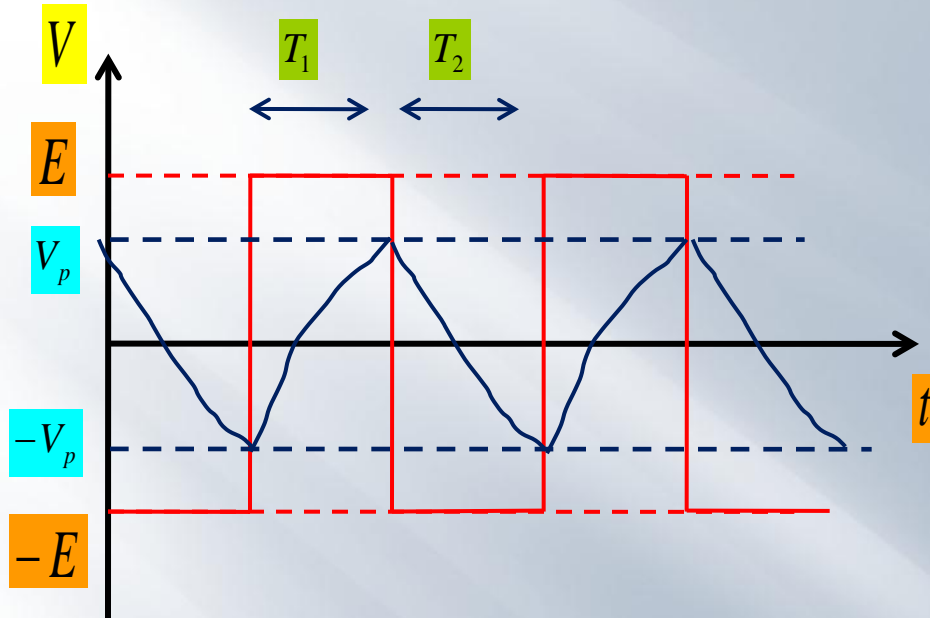


Gdy  $V_1$  osiąga  $V_p$  następuje przerzut z  $V=E$  do  $V=-E$ .  
Można policzyć czas ładowania kondensatora z równania:

$$V_p = (E + V_p)(1 - e^{-\frac{T_1}{\tau}}) - V_p$$

$$\gamma = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$T_1 = \tau \ln \frac{1 + \frac{V_p}{E}}{1 - \frac{V_p}{E}} = \tau \ln \frac{1 + \gamma}{1 - \gamma}$$



Jeśli mamy pełną symetrię układu:

$$|E| = |-E|$$

$$T_1 = T_2$$

$$T = 2T_1 = 2RC \ln \frac{1+\gamma}{1-\gamma}$$

# Generatory sinusoidalne



$$V = V_1 + \beta V_2$$

$$V_2 = \frac{A}{1 - \beta A} V_1$$

Warunki generacji:

1. Całkowite przesunięcie fazowe wprowadzenie podczas przenoszenia sygnału przez wzmacniacz i układ sprzężenia zwrotnego wynosi:

$$\Delta\varphi = 2\pi r \quad (r = 0, 1, 2 \dots)$$

2. Wytwarzane drgania muszą być podtrzymywane:

$$V_2 = AV_1$$

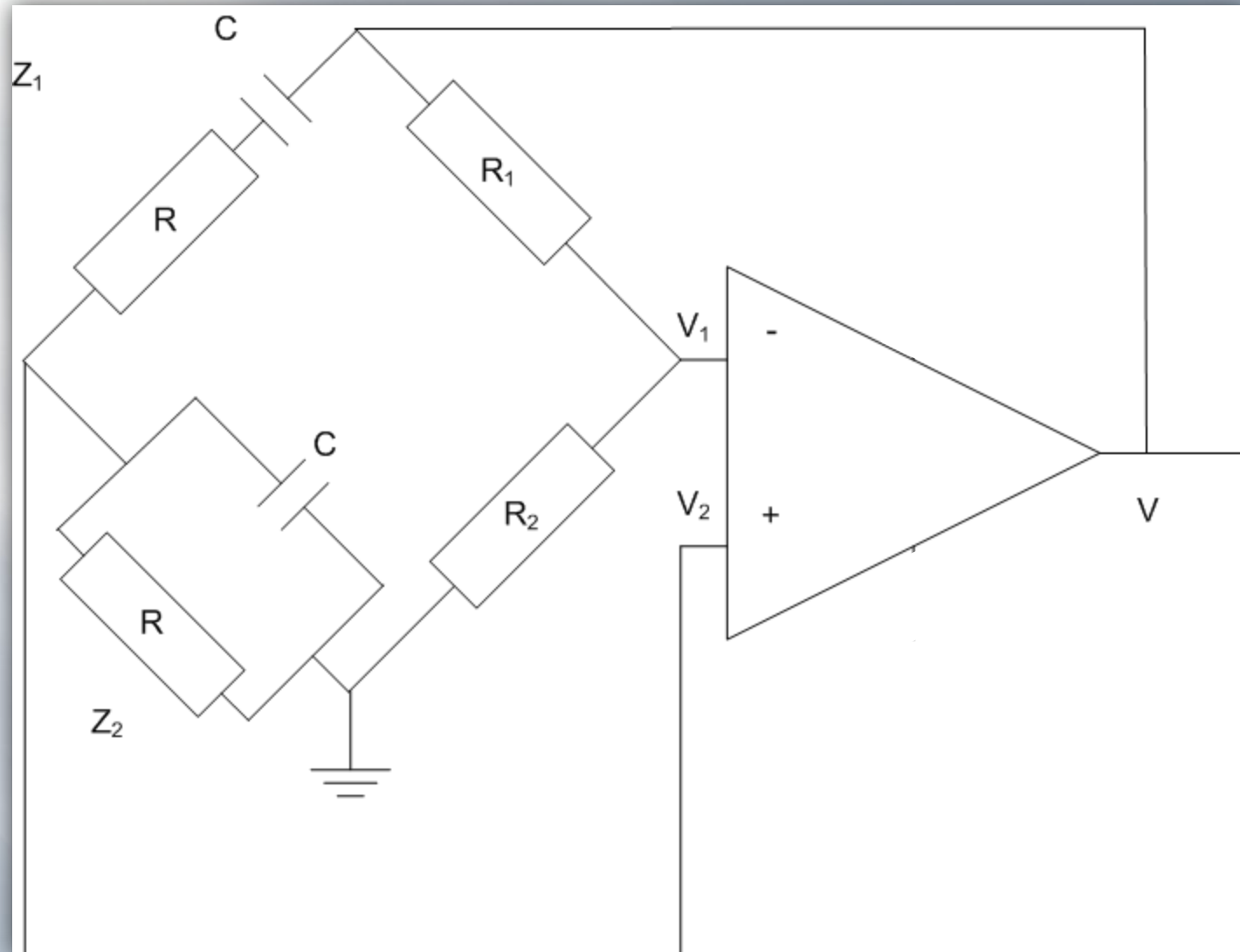
$$V_1 = \beta V_2$$

$$V_2 = A\beta V_2 \Rightarrow A\beta = 1$$

Warunek Barkhausena:

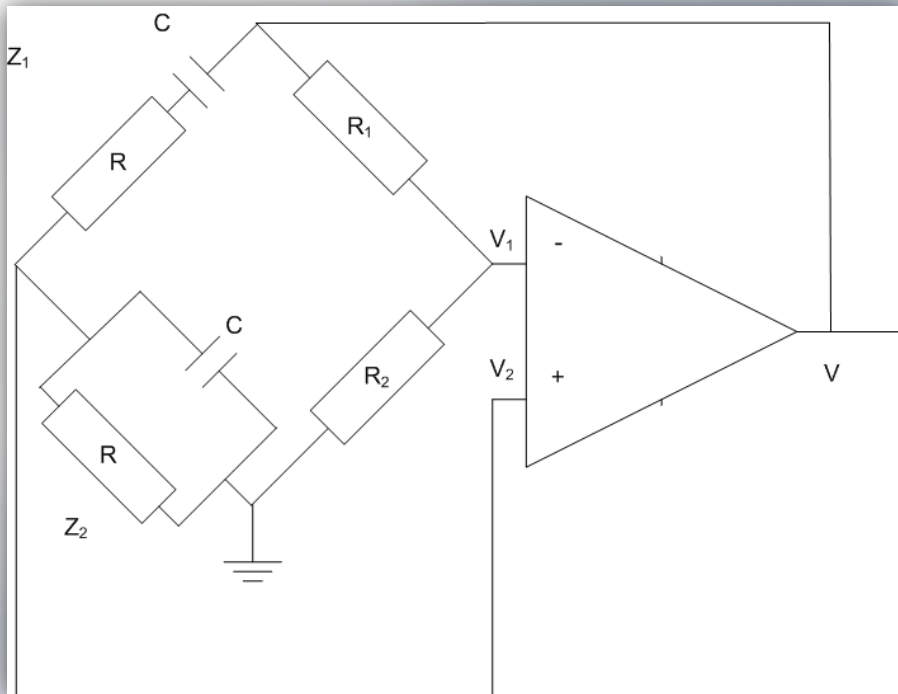
$$A(f)\beta(f) = 1$$

# Generator z mostkiem Wienera





# Generator z mostkiem Wienia



Na wejście (-) podane jest napięcie:

$$V_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

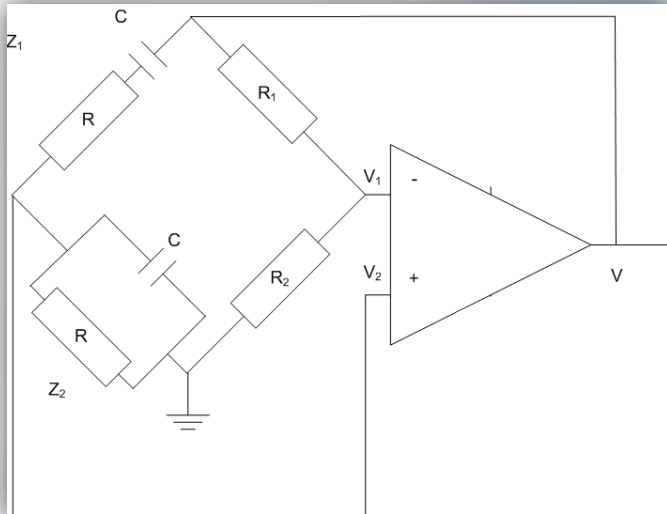
Na wejście (+) podane jest napięcie:

$$V_2 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V$$

Napięcie na wejściu:

$$\left( \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V = \beta V$$

# Generator z mostkiem Wienia



Warunek Barkhausena:

$$A \left( \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = 1$$

$$\frac{\frac{R}{1 + i\omega RC}}{\frac{R}{1 + i\omega RC} + R + \frac{1}{i\omega C}} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{A}$$

Dla  $A \rightarrow \infty$  (lewa strona)  $\rightarrow 0$

Zerowanie się rzeczywistej i urojonej składowej narzuca następujące warunki:

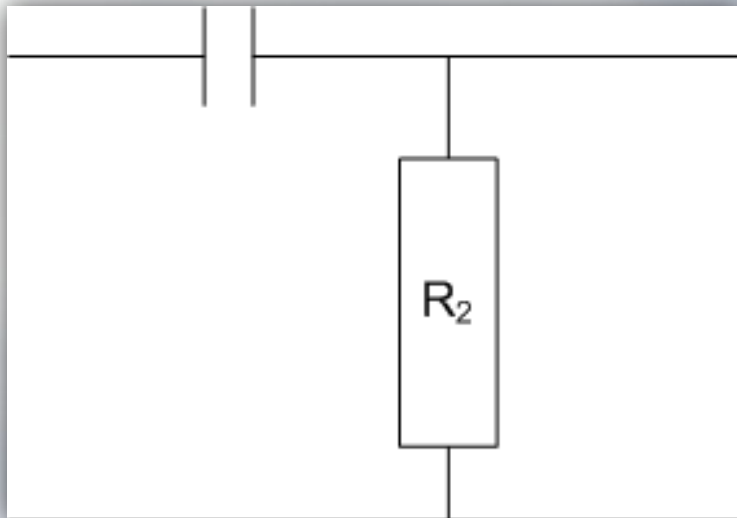
$$\omega RC = 1$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3}$$

$$R_1 = 2R_2$$

$$f = \frac{1}{2\pi} RC$$

# Generator z przesuwnikiem fazy

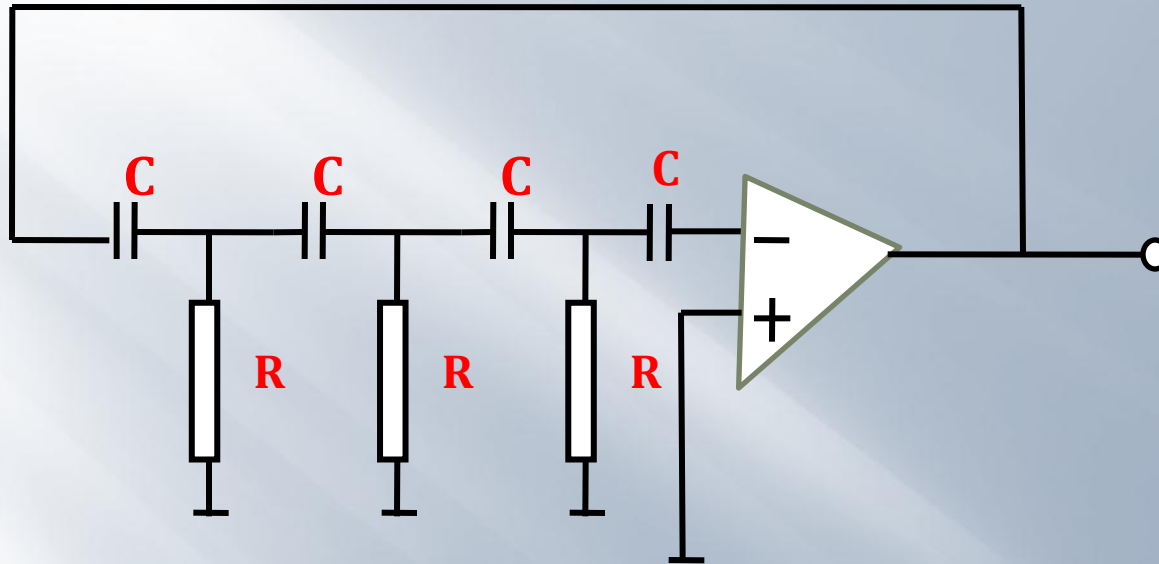


Przesuwa fazę o:

$$\phi = 0^{\circ} - 90^{\circ}$$

łączy kilka układów różniczkujących:

## Generator z przesuwnikiem fazy



$$\beta = \frac{1}{5\alpha^2 - 1 + i(6\alpha - \alpha^2)}$$

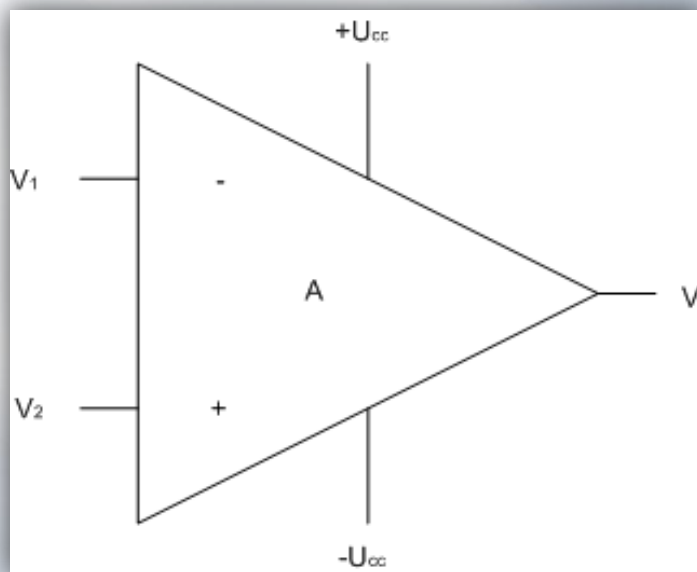
$$\alpha = \frac{1}{\omega RC}$$

Przesunięcie fazy równa się  $180^\circ$  gdy  $\text{Im } \beta = 0$

$$\alpha^2 = 6$$

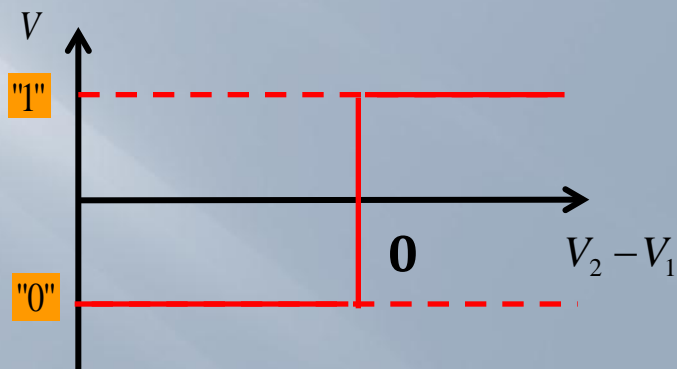
$$\beta = \frac{1}{29}$$

# Komparatory napięcia



Komparator LM311

Zadaniem komparatora jest wytworzenie sygnału logicznego „0” lub „1” w zależności od znaku różnicy napięć wejściowych



Własności:

- bardzo duże wzmocnienie, praca z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego;
- pracują dla bardzo szybko zmiennych sygnałów wejściowych