

## SERIA II ĆWICZENIE 5

### Temat ćwiczenia: Badanie układów kształtujących.

#### Wiadomości do powtórzenia:

1. Parametry, charakterystyki i działanie diod półprzewodnikowych: prostowniczej i Zenera.
2. Definicja i zadania ograniczników napięcia.
3. Układy i charakterystyki przejściowe ograniczników.
4. Stany nieustalone w obwodach RC – definicja, przebiegi napięcia i prądu w obwodzie.
5. Pojęcie stałej czasowej i sposób jej określania.
6. Schematy pasywnych układów całkujących i różniczkujących RC.
7. Schematy wzmacniaczy całkujących i różniczkujących.

#### Ograniczniki napięcia.

**Ogranicznikami napięcia** nazywa się układy, w których sygnały podawane na wejście są przenoszone bez zniekształceń w pewnym zakresie amplitud, a po przekroczeniu tego zakresu zostają stłumione do wartości granicznej. Do budowy ograniczników napięcia, nazywanych **obcinaczami**, wykorzystuje się elementy przełączające takie jak: diody, tranzystory, wzmacniacze operacyjne i wzmacniacze różnicowe.

Tak więc ograniczniki (obcinacze, klucze) są to układy ograniczające amplitudę sygnału wejściowego.

#### Dzieli się je na:

- jednostronne – obcinające (tłumiące) tylko te części sygnału wejściowego, których wartości przekraczają ustalony poziom;
- dwustronne – obcinające (tłumiące) tylko te części sygnału wejściowego, których wartości wykraczają poza ustalony przedział.

#### Zadanie ograniczników to:

- kształtowanie impulsów o zadanej amplitudzie;
- odtworzenie kształtu impulsu o wierzchołku zniekształconym przez zniekształcenia;
- kształtowanie impulsów prostokątnych z innych przebiegów;
- ochrona układów przed przekroczeniem dopuszczalnych napięć.

Charakterystyka przejściowa idealnego ogranicznika powinna być linią odcinkami prostą o pewnych nachyleniach, ostro załamującą się w punktach nazywanych **progami ograniczenia**  $U_{p1}$  i  $U_{p2}$ . Napięcie o wartościach przekraczających próg ograniczenia jest silnie tłumione i przyjmuje wartość progową, pomimo dalszego wzrostu napięcia na wejściu układu.

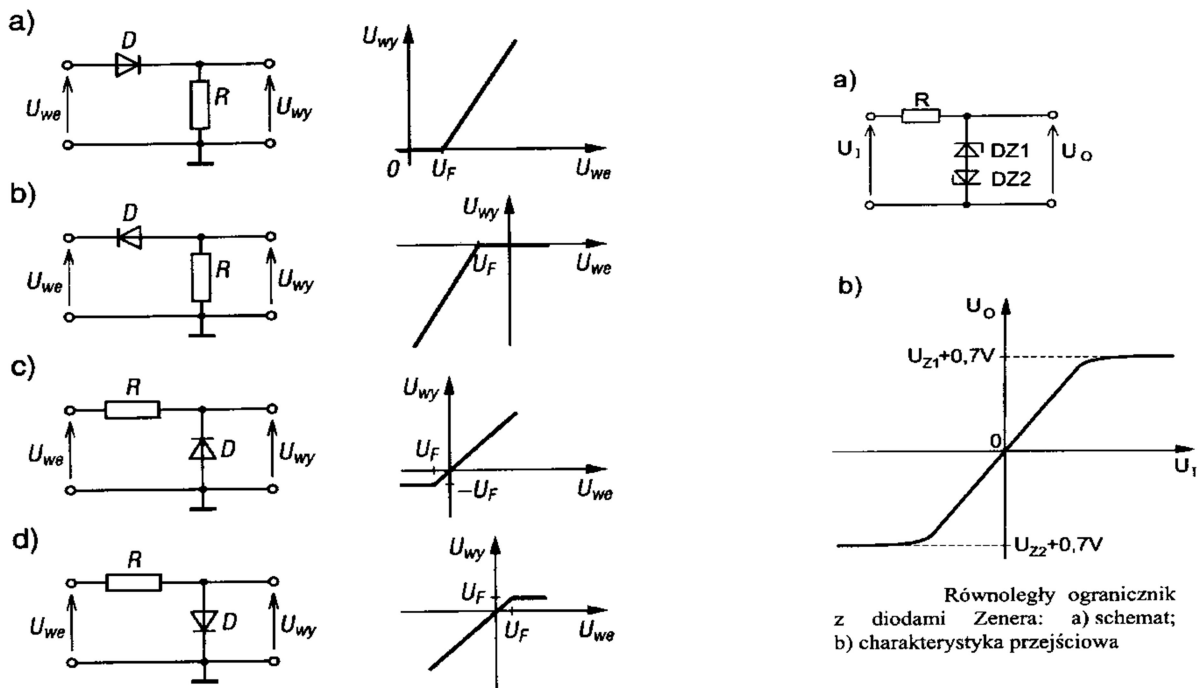
W najprostszych ogranicznikach diodowych, charakterystyki przejściowe mają niedoskonały kształt charakterystyki. Niedoskonałość ta wynika ze stopniowego wchodzenia diody w stan przewodzenia lub odcięcia przy zmianach napięcia wejściowego. Można więc powiedzieć, że o kształcie charakterystyki przejściowej obcinacza decyduje charakterystyka prądowo – napięciowa diody. W celu zwiększenia jakości ogranicznika rozbudowuje się układy diodowe o elementy aktywne np. takie jak wzmacniacze operacyjne, które mają charakterystyki przejściowe o dużej liniowości i szybkie przejście w stan nasycenia elementu aktywnego.

Ograniczniki bardzo często są także nazywane **kluczami elektronicznymi** bądź **układami przełączającymi**. Najczęściej stosowane klucze elektroniczne to między innymi:

- klucze diodowe;
- klucze tranzystorowe;

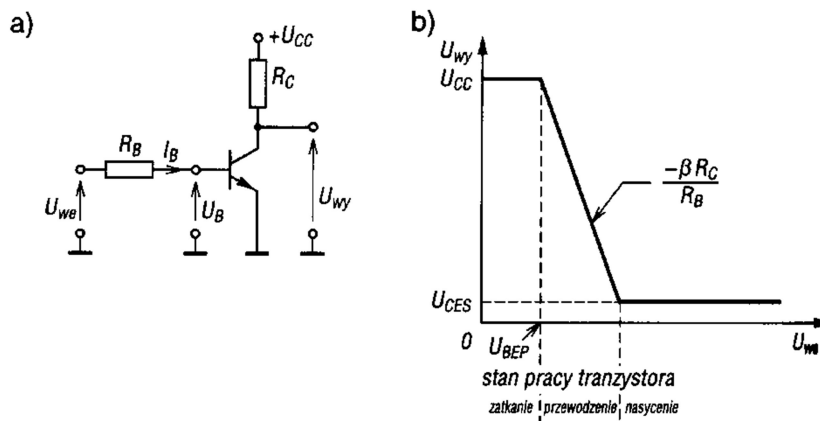
Typowy **klucz (ogranicznik) diodowy** jest to układ złożony z diody i rezystora. W zależności od sposobu połączenia diody z rezystorem otrzymuje się układy o różnych charakterystykach

przejściowych. W ogranicznikach wykorzystuje się również diody Zenera, co pozwala uzyskać różne wartości progów ograniczenia zależnych od wartości napięcia Zenera użytych diod.



Schematy i charakterystyki przejściowe kluczy diodowych: a), b) szeregowych; c), d) równoległych

**Kluczem tranzystorowym nasyconym**, nazywany również napięciowym, jest wzmacniacz pracujący w konfiguracji wspólnego emitera (OE) sterowany silnym sygnałem wejściowym. Tranzystor pod wpływem tego sygnału przechodzi od stanu zatkania przez stan aktywny do nasycenia.

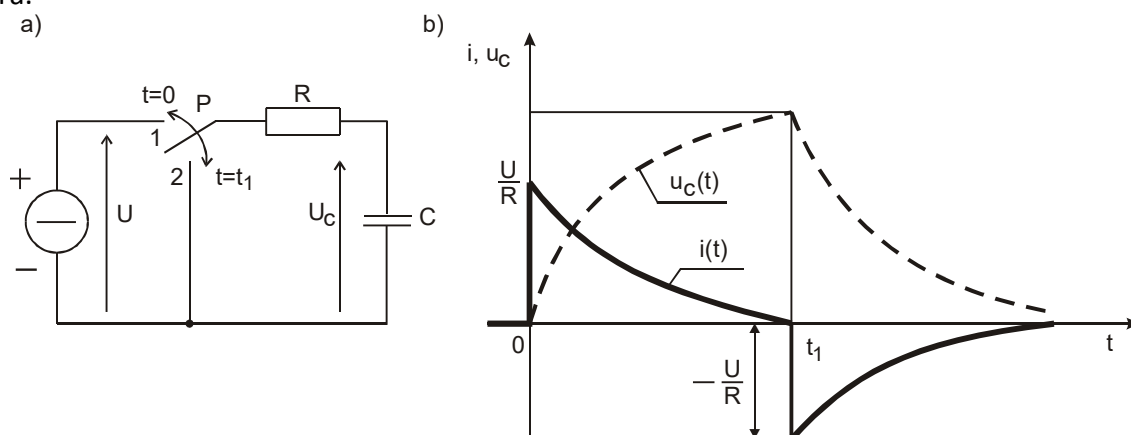


Klucz tranzystorowy nasycony:  
a) schemat zasadniczy; b) charakterystyka przejściowa

Szybkość działania klucza tranzystorowego nasyconego jest ograniczona czasem włączania i wyłączenia tranzystora tzn. czasem przejścia tranzystora ze stanu zatkania do nasycenia i odwrotnie.

**Stan nieustalony obwodu** jest to stan przejścia obwodu od jednego stanu ustalonego do drugiego. Najczęściej spotykane w praktyce są stany nieustalone po załączeniu do obwodu i wyłączeniu z obwodu źródeł zasilania.

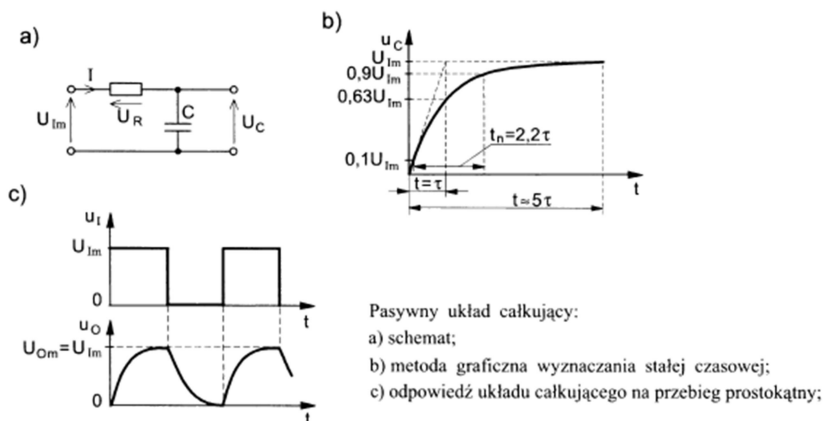
Na rysunku przedstawiono układ szeregowy RC, który można przełącznikiem P dołączyć do źródła napięcia stałego (poz. 1 przełącznika). W czasie od  $t=0$  do  $t=t_1$  następuje ładowanie kondensatora, napięcie na nim wzrasta do wartości napięcia źródła  $U$ . W tym czasie prąd w obwodzie maleje od wartości  $U/R$  do 0. Zwarcie obwodu RC w czasie  $t = t_1$  (przeł. P w poz. 2) powoduje rozładowanie się kondensatora.



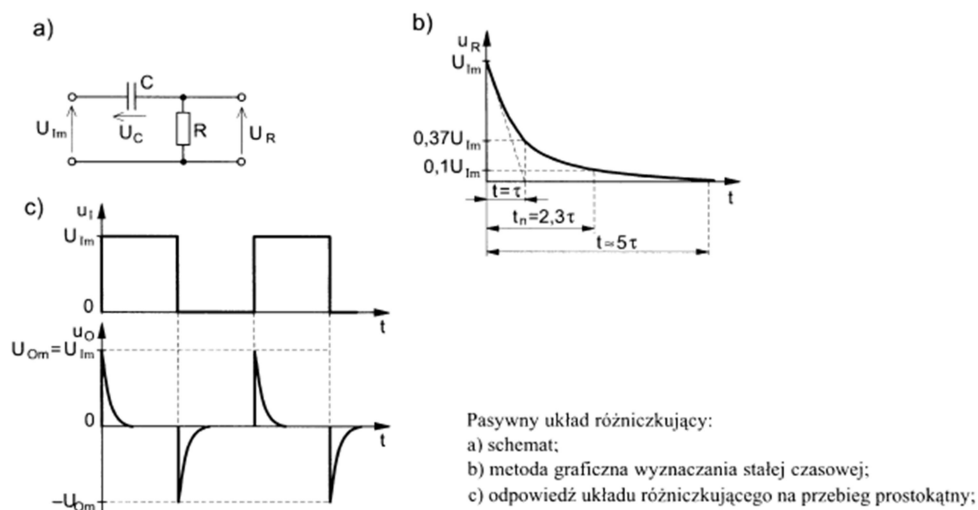
Prędkość narastania lub zaniku prądów i napięć w obwodzie opisuje się wielkością, która nosi nazwę **stałej czasowej**. W przypadku obwodów RC ma ona wartość  $\tau = RC$ . Stany nieustalone wykorzystane są w układach całkujących i różniczkujących.

### Układy pasywne RC:

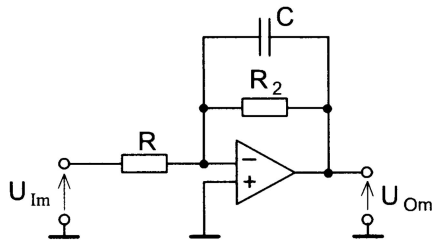
– całkujący:



– różniczkujący:

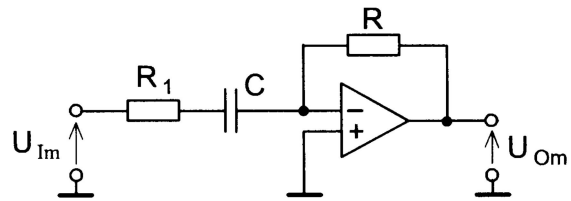


### Wzmacniacz całkujący (integrator):



$$K_U = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{1}{\omega RC}$$
$$\tau = RC \cdot (K_U + 1)$$

### Wzmacniacz różniczkujący:



$$K_U = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R}{\sqrt{R_1^2 + (\omega C)^2}}$$
$$\tau = RC \cdot \frac{1}{K_U + 1}$$

### Ćwiczenie:

Opracuj projekt realizacji prac związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania wybranych ograniczników uwzględniając ich dane techniczne.

Opracuj wyniki pomiarów uzyskane podczas badania ograniczników na stanowisku wyposażonym zgodnie z instrukcją. Porównaj uzyskane wyniki z danymi technicznymi zawartymi w instrukcji oraz sformułuj wnioski dotyczące poprawności działania i użytkowania ograniczników.

### Dane techniczne ograniczników diodowych:

Maksymalne napięcie wejściowe $U_{we}$	10 V
Maksymalny prąd wyjściowy $I_{wy}$	0,2 A
Częstotliwość graniczna pracy $f_{gr}$	1 MHz
Maksymalne napięcie źródła w ograniczniku U	5 V DC
Próg ograniczenia $U_{p1}$ (ogranicznik bez źródła)	$\pm 0,6 \dots \pm 0,8$ V
Próg ograniczenia $U_{p2}$ (ogranicznik ze źródłem)	$(\pm 0,6 \pm U \dots \pm 0,8 \pm U)$ V
Zakres temperatury pracy $t_{amb}$	0-70 °C

### Wyposażenie stanowiska pomiarowego:

1. Generator napięcia sinusoidalnego - szt. 1
2. Zasilacz stabilizowany 0 ÷ 5 V DC – szt. 1
3. Zasilacz symetryczny  $\pm 12$ V – szt. 1
4. Oscyloskop dwukanałowy - szt. 1
5. Zestaw przewodów pomiarowych i połączeniowych

### Przebieg ćwiczenia:

Dla wybranych ograniczników wykonać następujące pomiary:

1. Zaobserwować i przerysować przebiegi napięć na wejściu i wyjściu.
2. Zaobserwować i przerysować charakterystykę przejściową, korzystając z odpowiedniej funkcji oscyloskopu.
3. Wyznaczyć charakterystykę przejściową  $U_{wy} = f(U_{we})$  metodą statyczną, podając na wejście napięcie stałe.
4. Badanie pasywnych układów całkujących i różniczkujących: przerysować przebiegi wyjściowe dla prostokątnego napięcia na wejściu, wyliczyć stałą czasową dla różnych elementów R i C.
5. Badanie wzmacniaczy całkujących i różniczkujących: obserwacja przebiegów na wejściu i wyjściu układu przy prostokątnym, sinusoidalnym i trójkątnym napięciu wejściowym – przebiegi przerysować. Dla przebiegu prostokątnego na wejściu określić wpływ wartości elementów RC (dla dwóch różnych R i C) na kształt przebiegu, wyliczyć stałą czasową oraz wzmocnienie układu.