

Kondensator jest układem przewodników służącym do gromadzenia ładunków elektrycznych. Istnieją różnego typu kondensatory, ale my ograniczymy się do omawiania tylko **kondensatora płaskiego**. Stanowią go dwie wzajemnie odwzorowane płyty metalowe (**okładki**), a jego pojemność możemy obliczyć ze wzoru:

http://fizyka.org/teoria/18/6.gif

gdzie:  
*S* - powierzchnia czynna okładek,  
*d* - odległość między okładkami kondensatora,  
*ε0* - przenikalność elektryczna próżni (stała),  
*εR* - względna przenikalność elektryczna dielektryka wypełniającego przestrzeń między okładkami (liczba niemianowana).

Pojemność kondensatora płaskiego możemy również obliczyć korzystając ze wzoru na pojemność elektryczną, przy czym potencjał elektryczny zastępujemy różnicą potencjałów, czyli napięciem:

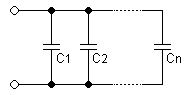
http://fizyka.org/teoria/18/7.gif

**Połączenie szeregowe kondensatorów:**

[Capacitorsseries.png](https://pl.wikibooks.org/wiki/Plik:Capacitorsseries.png)

Pojemność wypadkowa kondensatorów połączonych szeregowo jest dana wzorem

**Połączenie równoległe kondensatorów:**

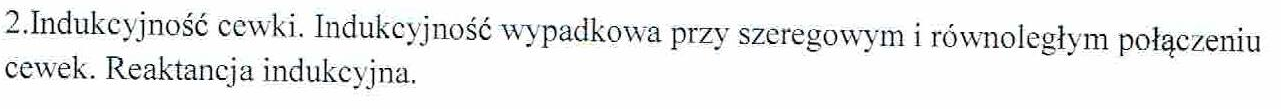
****

Pojemność wypadkowa kondensatorów połączonych równolegle jest dana wzorem

Reaktancja – wielkość charakteryzująca obwód elektryczny zawierający element o charakterze pojemnościowym (np. kondensator). Jednostką reaktancji jest om. Jest urojoną częścią impedancji.

Reaktancja kondensatora (opór pojemnościowy, kapacytancja) ma znak ujemny[a], oblicza się ją ze wzoru:

Gdzie: C – pojemność kondensatora, ω – pulsacja

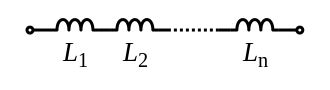


Indukcyjność jest podstawowym parametrem elektrycznym opisującym cewkę. Jednostką indukcyjności jest 1 henr [H]. Prąd płynący w obwodzie wytwarza skojarzony z nim strumień magnetyczny. Indukcyjność definiuje się jako stosunek tego strumienia i prądu, który go wytworzył:

Współczynnik k zależy od geometrii układu, a więc między innymi od kształtu cewki, liczby zwojów, grubości użytego drutu. Indukcyjność cewki zależy również od przenikalności magnetycznej rdzenia.

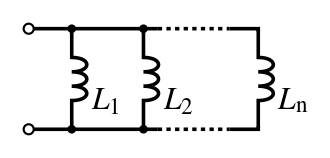
**Połączenie szeregowe cewki**

Przy połączeniu szeregowym cewek przez wszystkie płynie ten sam prąd, lecz na każdej z nich może być różne napięcie.



Indukcyjność zastępcza takiego układu dana jest wzorem:

**Połączenie równoległe cewki**

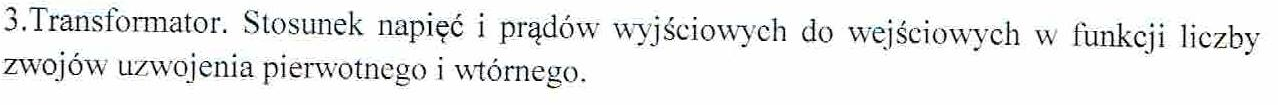
****

Połączone równolegle cewki można zastąpić jedną o indukcyjności zastępczej danej wzorem:

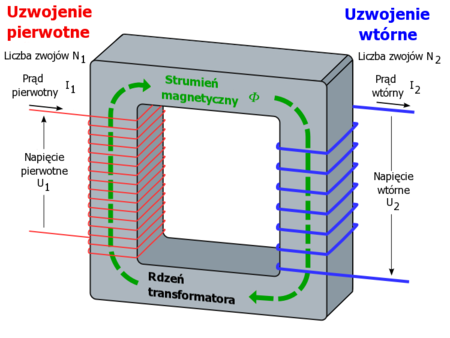
**Reaktancja**

Reaktancję cewki wyraża wzór:

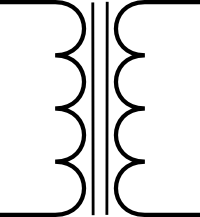
gdzie ω jest pulsacją prądu.



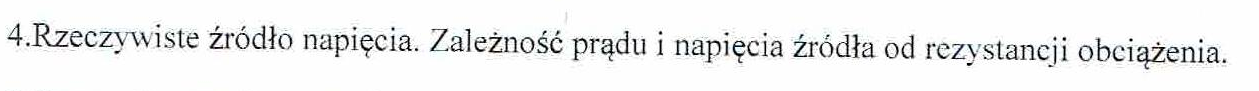
Transformator – maszyna elektryczna służąca do przenoszenia energii elektrycznej prądu przemiennego drogą indukcji z jednego obwodu elektrycznego do drugiego, z zachowaniem pierwotnej częstotliwości.

Transformator umożliwia w ten sposób na przykład zmianę napięcia panującego w sieci wysokiego napięcia, które jest odpowiednie do przesyłania energii elektrycznej na duże odległości, na niskie napięcie, do którego dostosowane są poszczególne odbiorniki.

Schemat transformatora

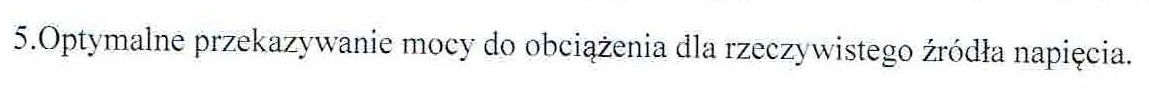


Jeżeli liczba zwojów uzwojenia wtórnego jest mniejsza od liczby zwojów uzwojenia pierwotnego, to indukowane napięcie jest niższe od napięcia pierwotnego, taki transformator nazywa się obniżającym napięcie. Jeżeli liczba zwojów po stronie uzwojenia wtórnego jest większa od liczby zwojów po stronie uzwojenia pierwotnego, to napięcie wtórne jest wyższe od pierwotnego, a taki transformator nazywa się transformatorem podwyższającym napięcie.



Rzeczywiste źródło napięcia składa się z idealnego źródła napięciowego o napięciu E i rezystora połączonego z nim w szereg. Jeśli takie źródło będzie zasilało jakiś układ, to prąd przez niego pobierany, a więc i płynący przez wywoła spadek napięcia na nim, a w efekcie napięcie wyjściowe źródła rzeczywistego odpowiednio zmaleje.

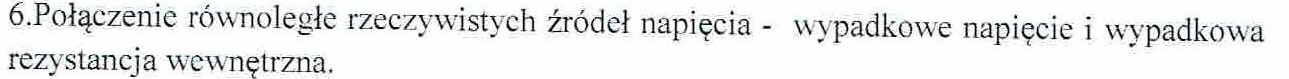


  
Dopasowanie energetyczne obciążenia do źródła jest to zapewnienie warunków pozwalających na przekazanie maksymalnej mocy ze źródła do obciążenia.

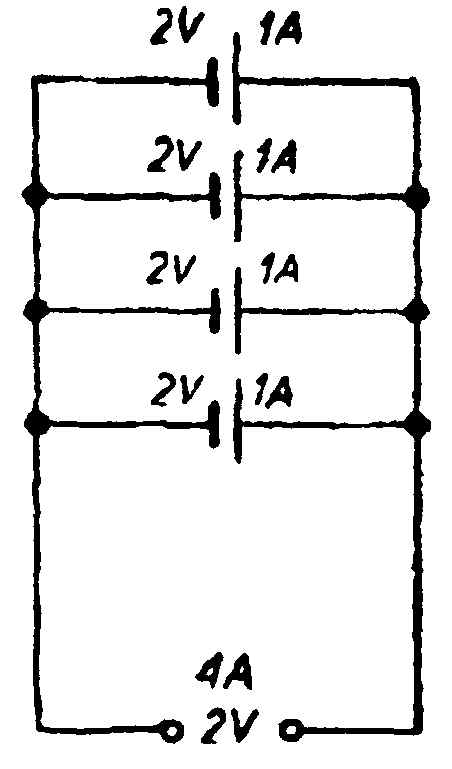
W obwodach prądu stałego warunek ten to równość rezystancji obciążenia z rezystancją wewnętrzną źródła:

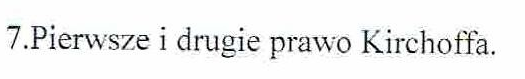
W obwodach prądu harmonicznego, warunkiem dopasowania energetycznego jest równość impedancji obciążenia i sprzężonej wartości impedancji wewnętrznej źródła:

Warunek przekazywania maksymalnej mocy ze źródła do obciążenia rozwiązuje się obliczając moc pobieraną przez odbiornik, a następnie licząc I pochodną i przyrównując ją do zera.



Przy połączeniu równoległym źródeł napięcia zaciski plus łączymy z plusem a zaciski minus z minusem. Wykonuje się je aby zwiększyć wydajność prądową. Zasada jest taka, że wszystkie ogniwa muszą mieć takie same napięcia i zalecana jest taka sama pojemność. Wypadkowa pojemność jest sumą pojemności połączonych ze sobą ogniw.



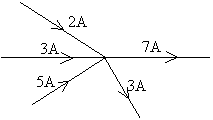
8

**I Prawo Kirchhoffa**

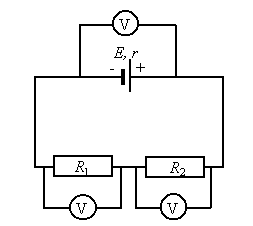
Suma natężeń prądów wpływających do rozgałęzienia, równa jest sumie natężeń prądów wypływających z tego rozgałęzienia.

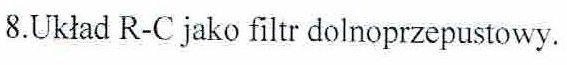
Powyższe prawo można zapisać wzorem:

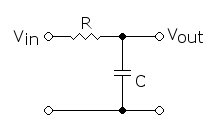
Iwpływające1 + Iwpływające2 + ... = Iwypływające1 + Iwypływające2 + ...



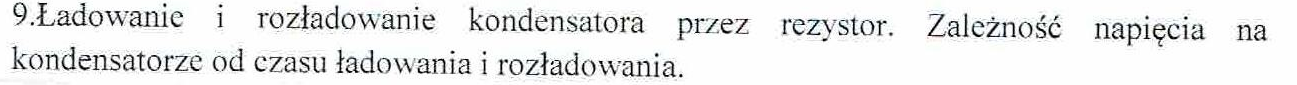
**II Prawo Kirchhoffa**

W obwodzie zamkniętym suma spadków napięć na wszystkich odbiornikach prądu musi być równa sumie napięć na źródłach napięcia.

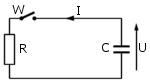


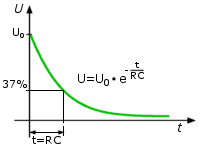
Filtr RC pierwszego rzędu składa się z rezystora włączonego szeregowo z odbiornikiem oraz kondensatora włączonego równolegle do odbiornika. Dla niskich częstotliwości kondensator posiada dużą reaktancję, więc sygnał płynie do obciążenia. Przy wyższych częstotliwościach reaktancja kondensatora zmniejsza się i zaczyna on zachowywać się bardziej jak zwarcie, nie dopuszczając sygnału do obciążenia. Stała czasowa filtru RC wynosi

Częstotliwość graniczna przedstawionego układu filtru wynosi:



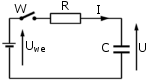
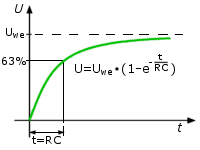
**Rozładowanie kondensatora w układzie RC**.

Na rysunku pokazany jest najprostszy układ RC. Kondensator C został naładowany do napięcia U0, jeżeli do tak naładowanego kondensatora zostanie w chwili t=0 dołączony rezystor R (po zamknięciu wyłącznika W), to wtedy:



Z powyższego wzoru widać, że naładowany kondensator, obciążony rezystorem zostanie rozładowany, a krzywa rozładowania obwodu RC będzie wyglądała tak jak na wykresie.

**Ładowanie kondensatora w układzie RC.**

Na rysunku pokazany jest układ, w którym po zamknięciu wyłącznika w w chwili t=0, rozpocznie się ładowanie kondensatora C poprzez rezystor R. Kondensator C będzie ładowany prądem I z baterii o napięciu Uwe to wtedy:

Jak widać ze wzoru kondensator C zostanie naładowany do wartości Uwe dla t znacznie większego od RC, co jest uwidocznione w postaci krzywej ładowania kondensatora.

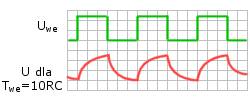
Zarówno układ, ładowania jak i rozładowania kondensatora dążą do równowagi, to znaczy do stanu gdy U jest równe Uwe. Taki stan jest osiągany dla czasu znacznie większego od stałej czasowej t=RC. Z doświadczenia wynika, że czas taki to t=5RC. Po tym czasie napięcie na kondensatorze osiąga swoją końcową wartość z dokładnością 1%. Jeżeli wówczas zmieni się wartość napięcia Uwe na przeciwną to napięcie U będzie dążyć do tej nowej wartości.

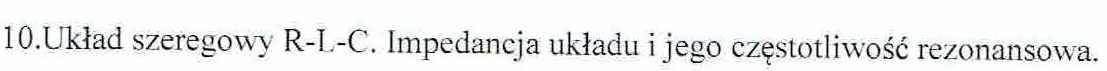
W tabelce pokazana jest zależność dokładności ustalania napięcia na kondensatorze od czasu ustalania.

Dokładność 37% 10% 1% 0,1%

Czas t 2,3t 4,6t 6,9t

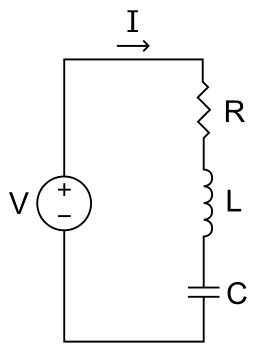
Na rys. pokazany jest przykładowy przebieg dla układu RC z rys. 2.15 z tym, że zamiast napięcia wejściowego w postaci baterii i wyłącznika podany został sygnał prostokątny o okresie T=10RC. Można zauważyć, że przebieg na kondensatorze składa się kolejno z "krzywych ładowania i rozładowania kondensatora" (porównaj z rys. 2.16 i 2.14).





RLC – skrótowe oznaczenie dla obwodów elektrycznych (w tym elektronicznych) składających się tylko z trzech podstawowych elementów pasywnych:

* rezystora, oznaczanego przez R (rezystancja)
* cewki, oznaczanej przez L (indukcyjność)
* kondensatorów, oznaczanych przez C (pojemność)



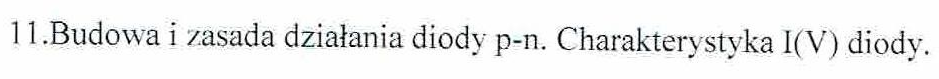
Szeregowy układ RLC

Moduł impedancji (nazywany również zawadą lub potocznie impedancją) szeregowego obwodu RLC jest równy modułowi wektora wypadkowego całkowitego oporu takiego obwodu:

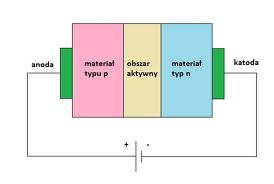
Mogą zajść następujące przypadki:

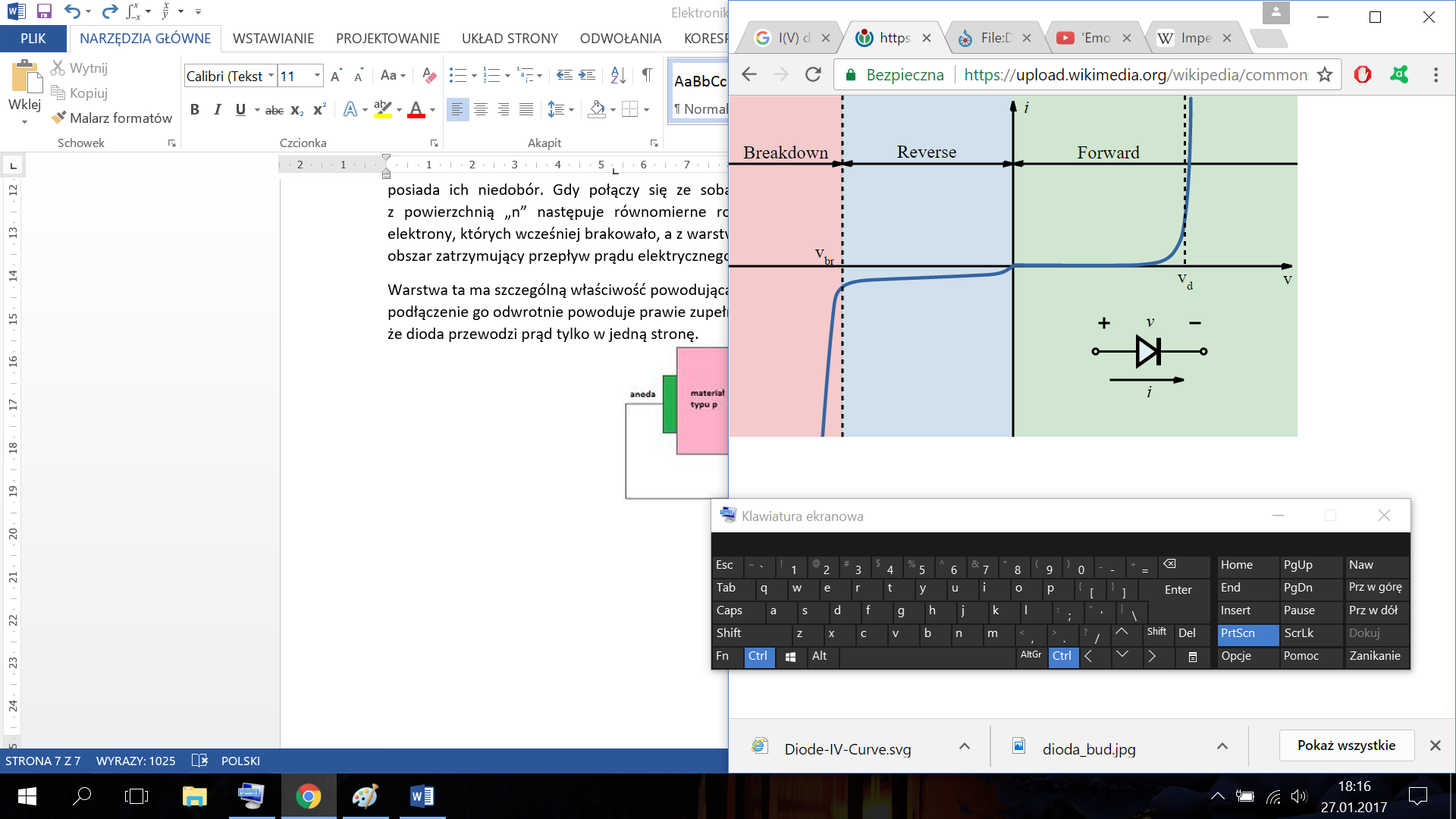
* – obwód ma charakter indukcyjny
* – ma charakter pojemnościowy
* – zachodzi rezonans napięć

Częstotliwość rezonansowa (czyli taka, przy której zachodzi rezonans napięć) wynosi:

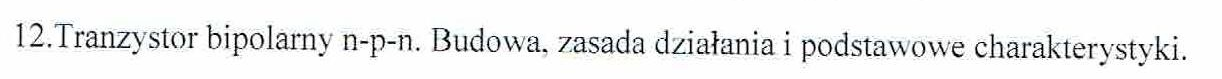


złącze p-n składa się z warstwy „p” oraz warstwy „n”. Są to warstwy będące półprzewodnikami. Ogólnie mówiąc warstwa „n” posiada nadmiar elektronów, natomiast warstwa „p” posiada ich niedobór. Gdy połączy się ze sobą te półprzewodniki to na styku powierzchni „p”   
z powierzchnią „n” następuje równomierne rozłożenie elektronów. Do warstwy „p” napływają elektrony, których wcześniej brakowało, a z warstwy „n” odpływa ich nadmiar. W taki sposób powstaje obszar zatrzymujący przepływ prądu elektrycznego tzw. warstwa zaporowa.

Warstwa ta ma szczególną właściwość powodującą, że prąd podłączony z jednej strony będzie płynął a podłączenie go odwrotnie powoduje prawie zupełne zatrzymanie przepływu prądu. Można powiedzieć, że dioda przewodzi prąd tylko w jedną stronę.



Charakterystyka diody

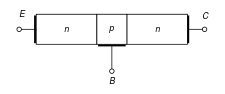


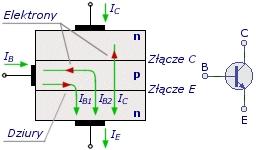
Tranzystor bipolarny składa się z trzech warstw półprzewodnika o różnym typie przewodnictwa: p-n-p lub n-p-n (istnieją więc dwa rodzaje tranzystorów bipolarnych: *pnp* i *npn*). Poszczególne warstwy noszą nazwy:

* emiter (oznaczony przez E) warstwa silnie domieszkowana
* baza (oznaczona przez B) warstwa cienka i słabo domieszkowana
* kolektor (oznaczony przez C)

Uproszczona struktura

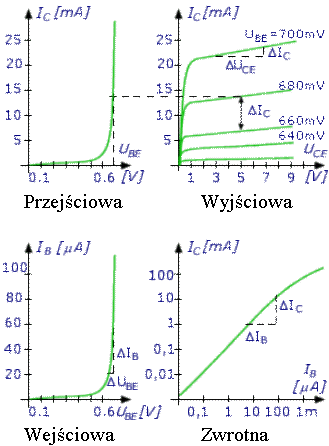
i symbol tranzystora **npn**



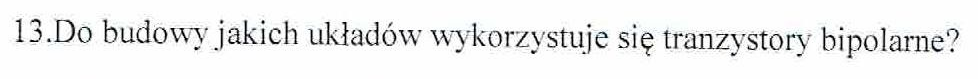


Przepływ prądu w tranzystorze npn

Przez złącze BE tranzystora npn przepływają nośniki większościowe ładunku, w tym przede wszystkim elektrony swobodne z emitera (typ n) do bazy. Również dziury z obszaru bazy (typ p) przepływają przez złącze do emitera. Prąd dziurowy jest znacznie mniejszy ze względu na mniejszą liczbę dziur, wynikającą z mniejszej objętości emitera. Mniejsza część elektronów swobodnych po osiągnięciu obszaru bazy wypełnia istniejące tam dziury, czyli podlega procesowi rekombinacji. Znacznie większa część elektronów swobodnych po znalezieniu się w obszarze bazy jest przyciągana przez kolektor i przepływa przez złącze BC spolaryzowane zaporowo, tak jak własne nośniki mniejszościowe bazy. Wypływające z emitera elektrony swobodne tworzą prąd emitera IE, który rozdziela się w obszarze bazy na mały prąd bazy IB i duży prąd kolektora IC.



CHARAKTERYSTYKI



Ze względu na sposób włączenia tranzystora do układu można wyróżnić trzy podstawowe układy jego pracy

* *wspólnego emitera* (OE)
* *wspólnej bazy* (OB)
* *wspólnego kolektora* (OC)

**Układ wspólnego emitera**

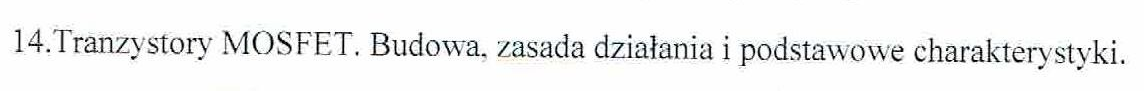
Wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a emiter tranzystora, natomiast sygnał po wzmocnieniu odbierany jest spomiędzy kolektora a emitera. Elektroda emiter jest więc niejako "wspólna" dla sygnałów wejściowego i wyjściowego – stąd nazwa układu.

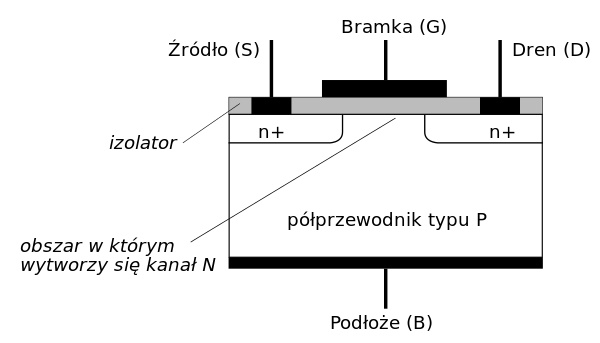
**Układ wspólnej bazy**

Wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a emiter tranzystora, natomiast sygnał po wzmocnieniu odbierany jest spomiędzy bazy i kolektora.

**Układ wspólnego kolektora**

Wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a kolektor tranzystora, natomiast sygnał po wzmocnieniu odbierany jest spomiędzy kolektora i emitera. Wzmocnienie napięciowe tego układu jest bliskie jedności, wobec czego na wyjściu wzmacniacza otrzymuje się "powtórzone" napięcie z wejścia, stąd druga powszechnie używana nazwa takich wzmacniaczy – wtórnik emiterowy.



Skrót MOSFET pochodzi od angielskiego określenia Metal-Oxide-Semiconductor FET, co oznacza tranzystor polowy o strukturze: metal, tlenek, półprzewodnik. 

Budowa MOSFET-u - uproszczona

Tranzystor MOS polaryzuje się tak, żeby jeden rodzaj nośników płynął od źródła do drenu.

Wyróżnia się dwa zakresy pracy:

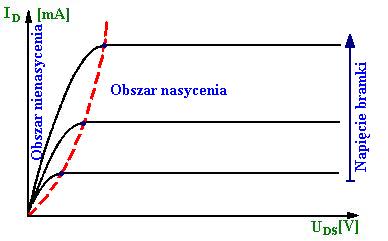
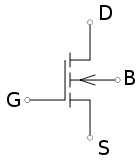
* zakres nienasycenia (liniowy, triodowy)

Jeśli napięcie bramka-źródło jest mniejsze od napięcia progowego (tworzenia kanału) to prąd dren-źródło jest zerowy. Gdy napięcie progowe zostanie przekroczone wówczas na skutek działania pola elektrycznego przy powierzchni półprzewodnika powstaje warstwa inwersyjna

* zakres nasycenia (pentodowy)

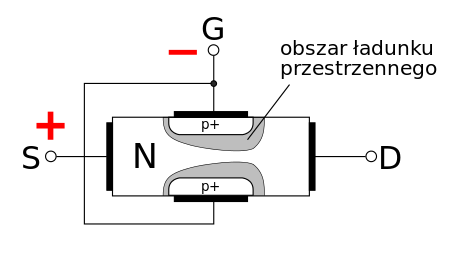
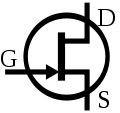
Gdy kanał już istnieje, zwiększanie napięcia dren-źródło powoduje zwiększanie prądu drenu. To z kolei powoduje odkładanie się pewnego napięcia na niezerowej rezystancji kanału. Napięcie to powoduje zmniejszenie różnicy potencjałów między bramką a kanałem, czego wynikiem jest zawężenie warstwy inwersyjnej. A że różnica potencjałów rośnie od źródła do drenu, również przekrój kanału maleje w tym samym kierunku

Zakres pracy tranzystora determinuje napięcie dren-źródło () – jeśli jest ono większe od napięcia nasycenia () wówczas tranzystor znajduje się w zakresie nasycenia.





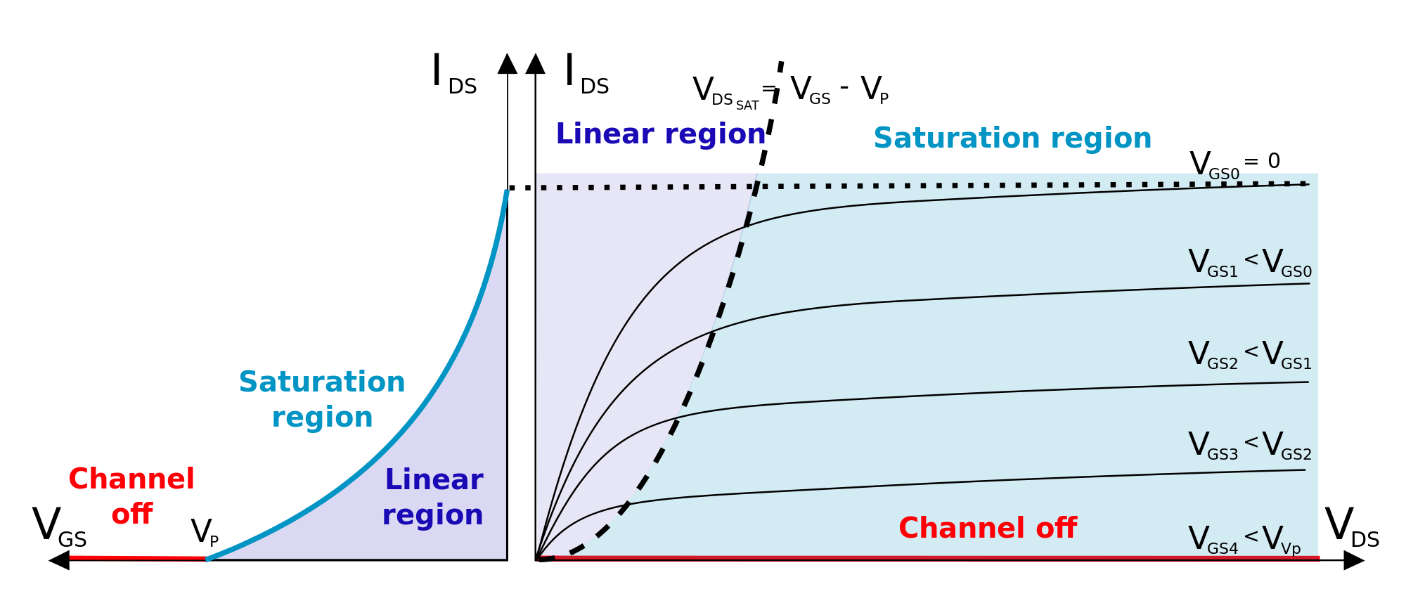
Tranzystor taki składa się z warstwy półprzewodnika typu N (tranzystor z kanałem typu N) lub typu P (tranzystor z kanałem typu P) oraz silnie domieszkowanej warstwy półprzewodnika przeciwnego typu (odpowiednio p+ i n+). Tak więc w tranzystorze tworzone jest złącze p-n. Na zewnątrz obudowy wyprowadzone są trzy końcówki: dren (ang. drain, ozn. D); źródło (ang. source, ozn. S) oraz bramka (ang. gate, ozn. G).



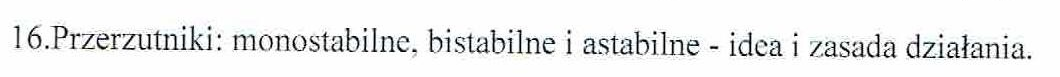
Tranzystor polaryzuje się tak, ażeby nośniki większościowe (dziury w tranzystorach typu P, elektrony w tranzystorach typu N) przepływały od źródła do drenu. Natomiast złącze bramka-źródło polaryzuje się zaporowo.

Gdy napięcie bramka-źródło jest równe zero, wówczas nośniki większościowe płyną bez przeszkód - prąd dla danego napięcia dren-źródło (osiąga wartość maksymalną oznaczaną symbolem Gdy natomiast napięcie bramka-źródło zacznie rosnąć, wówczas w złączu p-n, które jest spolaryzowane zaporowo pojawi się obszar ładunku przestrzennego (obszar zubożony). Obszar ten wnika w kanał, a że praktycznie nie ma w nim swobodnych nośników (charakteryzuje się bardzo dużą rezystancją), toteż czynny przekrój kanału zmaleje. Efektem tego jest zwiększenie rezystancji kanału, a więc ograniczenie prądu dren-źródło.

Gdy napięcie bramka-źródło osiągnie charakterystyczną dla danego tranzystora maksymalną wartość wówczas kanał praktycznie zatyka się - prąd dren-źródło jest bardzo mały, rzędu 1-10 mikroamperów, tranzystor nie przewodzi.

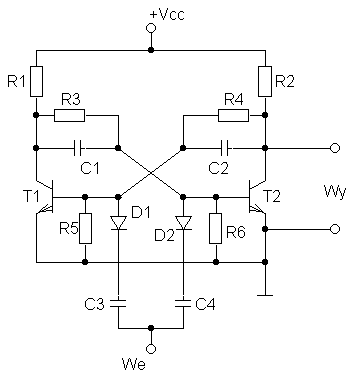


CHARAKTERYSTYKA JFET

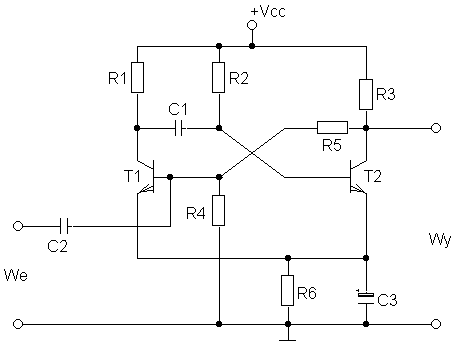


Przerzutniki dwustanowe dzieli się na trzy podstawowe grupy:

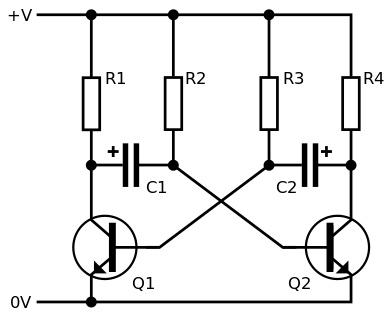
* przerzutniki bistabilne - które charakteryzuje istnienie dwóch stanów równowagi trwałej (dwa stany stabilne), przy czym dla przejścia z jednego stanu do drugiego konieczne jest doprowadzenie zewnętrznego sygnału wyzwalającego



* przerzutniki monostabilne - istnieje tylko jeden trwały stan równowagi, w którym układ może utrzymać się przez czas nieograniczony. Zewnętrzny sygnał wyzwalający powoduje przejście ze stanu stabilnego do quasi-stabilnego, a następnie po pewnym czasie układ samoistnie powraca do stanu stabilnego.



* przerzutniki astabilne - nie istnieje stan równowagi trwałej, w którym układ mógłby utrzymać się w czasie nieograniczonym. Przerzutniki takie wytwarzają przebiegi samoczynnie, bez udziału sygnału zewnętrznego, podobnie do generatorów sinusoidalnych.



7.Twierdzenie Thevenina.

Dowolny źródłowy obwód liniowy można od strony wybranych zacisków AB zastąpić obwodem równoważnym złożonym z szeregowo połączonego jednego idealnego źródła napięcia równego napięciu pomiędzy zaciskami AB w stanie jałowym oraz jednej impedancji równej impedancji zastępczej obwodu bezźródłowego widzianej od strony zacisków AB.

