

**1. Jaki rodzaj pola elektromagnetycznego określamy mianem pola elektrostatycznego? Omówić pojęcia: ładunku, napięcia oraz wytrzymałości elektrycznej. Jakie są zastosowania dielektryków. Wymień przykładowe dielektryki.**

Pole elektrostatyczne to rodzaj pola elektromagnetycznego, które jest generowane przez ładunki elektryczne w spoczynku.

Ładunkiem elektrycznym nazywamy cechę cząstek elementarnych, która powoduje, że podlegają one oddziaływaniom elektromagnetycznym.

Napięciem elektrycznym między dwoma punktami A i B nazywamy podzielić przez ładunek  $q$  pracę, jaką wykonałyby siły pola elektrostatycznego przy przemieszczaniu ładunku  $q$  z punktu A do punktu B.

Wytrzymałość elektryczna określana jest jako największa wartość natężenia pola elektrycznego, która nie wywołuje jeszcze przebicia lub przeskoku iskry.

Dielektryki, zwane też izolatorami – ładunki elektryczne pozostają praktycznie w tych miejscach, w których zostały początkowo umieszczone (np. bursztyn, szkło, papier).

Zastosowania: np. materiały izolacyjne w przemyśle elektrycznym i elektronicznym, w kondensatorach, w transmisji sygnałów, takich jak światłowody

**2. Jak, pod względem właściwości elektrycznych możemy podzielić ciała fizyczne. Podaj przykłady ciał należących do poszczególnych grup oraz wybrane zastosowania.**

— przewodniki – ładunki elektryczne mogą swobodnie przemieszczać się w całej ich objętości (np. metale, w których ładunkami swobodnymi są elektrony; roztwory kwasów, soli i zasad, w których ładunkami swobodnymi są jony)

Zastosowania: np. do przesyłania energii elektrycznej w instalacjach elektrycznych, przewodach energetycznych i przewodach telekomunikacyjnych, grzałki elektryczne w kuchenkach, grzejnikach, podgrzewaczach wody, silniki, generatory i transformatory.

— dielektryki, zwane też izolatorami – ładunki elektryczne pozostają praktycznie w tych miejscach, w których zostały początkowo umieszczone (np. bursztyn, szkło, papier, mika, ebonit)

Zastosowania: np. materiały izolacyjne w przemyśle elektrycznym i elektronicznym, w kondensatorach, w transmisji sygnałów, takich jak światłowody

— półprzewodniki, które pod względem właściwości elektrycznych zajmują miejsce pośrednie między przewodnikami a dielektrykami.

Zastosowania: np. Panele słoneczne, Diody i tranzystory, czujniki temperatury, czujniki światła, czujniki ciśnienia, do produkcji układów scalonych

**3. Wyjaśnić pojęcia: element obwodu, schemat obwodu, sygnał i jego rodzaje, w tym sygnał cyfrowy, kierunek odniesienia, stowarzyszone kierunki odniesienia. W jaki sposób możemy traktować połączenia między poszczególnymi elementami.**

Element obwodu jest modelem pewnego zjawiska lub cechy fizycznej związanej z obwodem elektrycznym.

Schemat obwodu jest graficznym obrazem obwodu pokazującym połączenie elementów reprezentowanych za pomocą odpowiednich symboli.

Sygnał jest pewną funkcją jednej lub więcej zmiennych niezależnych. Jeżeli sygnał jest określony w każdej chwili czasu mówimy o sygnale ciągłym w czasie, w skrócie sygnałem ciągłym. Sygnał, który jest określony w dyskretnych chwilach czasu nazywany jest sygnałem dyskretnym. W praktyce mamy do czynienia z różnymi rodzajami sygnałów np. sygnałami stałymi, sinusoidalnymi, okresowo zmiennymi.

Sygnał cyfrowy jest dyskretnym sygnałem, który przyjmuje tylko określone wartości. Jest reprezentowany przez sekwencję cyfr binarnych (0 i 1) lub impulsów cyfrowych.

Dla każdego prądu przyjmuje się kierunek odniesienia zaznaczony za pomocą strzałki, ponieważ na ogół zarówno napięcia, jak i prądy zmieniają się w czasie, a ich kształty mogą być różnorodne. Z tego powodu ogólnie nie jest możliwe określenie rzeczywistego kierunku przepływu prądu oraz biegunowości napięcia.

Jeżeli strzałki prądu i napięcia mają przeciwne zwroty, to mówimy, że prąd i napięcie mają stowarzyszone kierunki odniesienia.

**4. Wyjaśnić pojęcia: moc i energia, podać definicję mocy chwilowej, jednostki oraz związku między tymi wielkościami. W jaki sposób, dysponując kilkoma bateriami, możemy uzyskać wyższe napięcie, pożądane przez zasilane urządzenie, a w jaki sposób większy prąd.**

Moc wyrażana jest w watach (W) a energia w dżulach (J).

Moc chwilowa jest iloczynem wartości chwilowej napięcia  $u(t)$  oraz prądu  $i(t)$ .

Wyższe napięcie – kilka ogniw połączonych szeregowo, tzn. dodatni zacisk pierwszego ogniwa jest połączony z ujemnym zaciskiem drugiego itd.

Większy prąd – łączenie ogniw równolegle, tzn. dodatni łączymy z dodatnim itd.

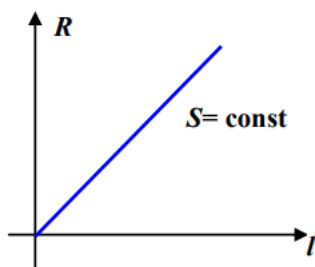
**5. Wyjaśnić pojęcie - opornik liniowy, określić najważniejsze parametry, podać podstawowe zależności w tym prawo Ohma, zależność od wymiarów i temperatury, moc. Co się dzieje z energią dostarczaną do opornika?**

Opornik liniowy – podstawowy element obwodów elektrycznych, służy do ograniczania przepływu prądu, przez wprowadzenie oporu

Dla rezystorów określa się m.in. następujące parametry: rezystancję znamionową, tolerancję rezystancji znamionowej, moc znamionową, napięcie graniczne, rezystancję krytyczną, napięcie szumów, temperaturowy współczynnik rezystancji.

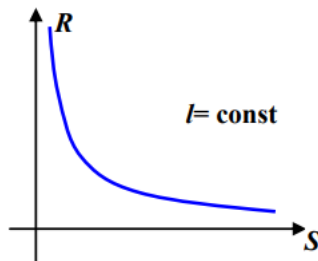
Opornik liniowy spełnia prawo Ohma, z którego wynika, że napięcie na zaciskach opornika liniowego jest wprost proporcjonalne do płynącego przez opornik prądu.

Zależność rezystancji od wymiarów jest wyrażona wzorem  $R = \rho \frac{l}{S}$ , gdzie  $l$  – długość [m],  $S$  – przekrój [ $m^2$ ].



Rys. 26: Wykres zależności rezystancji od długości przy ustalonym przekroju

$$R = \rho \frac{l}{S}$$



Rys. 27: Wykres zależności rezystancji od przekroju przy ustalonej długości

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Z reguły w przypadku przewodników spełniona jest zależność, że rezystancja rośnie liniowo ze wzrostem temperatury.

**6. Wyjaśnić proces formułowania praw Kirchhoffa, w tym podać oba prawa, wyjaśnić kwestię znaków oraz pojęć związanych, np. pętli i oczka. Jaka jest maksymalna liczba niezależnych praw każdego rodzaju w danym obwodzie?**

Napięciowe prawo Kirchhoffa: W każdej chwili czasu **algebraiczna** suma napięć gałęziowych w rozpatrywanej pętli równa się zero. Składniki sumy algebraicznej piszemy ze znakiem plus, jeżeli kierunki napięć gałęziowych są zgodne z kierunkiem obiegu i ze znakiem minus w przeciwnym przypadku.

Prądowe prawo Kirchhoffa: Dla każdego obwodu i dowolnego jego węzła, w każdej chwili **algebraiczna** suma prądów w gałęziach zbiegających się w tym węźle jest równa zero.

Dla obwodu, w którym jest A węzłów można ułożyć:  $A - 1$  niezależnych PPK.

Dla obwodu, w którym jest A węzłów i B gałęzi można ułożyć:  $B - A + 1$  niezależnych NPK.

Pętla to zbiór elementów zaczynających się w jednym węźle, obejmujący kolejne połączone ze sobą gałęzie i kończący się w tym samym węźle.

Oczko to szczególny przypadek pętli, a dokładniej jest to pętla która nie ma w sobie żadnego elementu.

**7. Omówić połączenie szeregowe dowolnych elementów oraz oporników. Wyprowadzić wzór na rezystancję zastępczą połączenia szeregowego dwóch oporników oraz sposób podziału przyłożonego napięcia (dzielnik napięcia). Kiedy napięcia na obu rezystorach będą jednakowe? Rozpatrzyć przypadek przerwy jako szczególny przypadek połączenia szeregowego/ Omówić połączenie równoległe dowolnych elementów oraz oporników. Wyprowadzić wzór na rezystancję zastępczą połączenia równoległego dwóch oporników oraz sposób podziału dopływającego prądu (dzielnik prądu). Kiedy prądy płynące przez rezystory będą jednakowe? Rozpatrzyć przypadek zwarcia jako szczególny przypadek połączenia równoległego.**

**8. Wyjaśnić pojęcia: graf, graf zorientowany. Podać twierdzenie Tellegena i wnioski z niego wypływające.**

Graf jest zbiorem węzłów i gałęzi, przy czym każda gałąź łączy się każdym końcem z odpowiednim węzłem.

Graf zorientowany to graf w którym każda gałąź ma przyporządkowany zwrot.

Twierdzenie Tellegena – treść: Jeżeli prądy gałęziowe  $i_k$  spełniają PPK w każdym węźle grafu oraz napięcia gałęziowe  $u_k$  spełniają NPK w każdej pętli grafu, to

$$\sum_{k=1}^b u_k i_k = 0,$$

Wnioski: Suma mocy chwilowych dla wszystkich gałęzi obwodu jest równa zero.

**9. Wyjaśnić pojęcia: zasada superpozycji (treść, ilustracja na dowolnym prostym przykładzie) i układy równoważne (przykłady).**

W myśl zasady superpozycji odpowiedź obwodu liniowego pobudzanego jednocześnie kilkoma wymuszeniami równa się sumie odpowiedzi obwodu na poszczególne wymuszenia działające oddzielnie.

**10. Podać treść twierdzenia Thevenina i Nortona oraz sposób wyznaczania odpowiednich parametrów. Dlaczego do opisu układów wykorzystuje się najczęściej metodę napięć węzłowych, a nie prawa Kirchhoffa?**

Twierdzenie Nortona – Obwód liniowy rozpatrywany od strony wybranej pary zacisków A, B można zastąpić równoległym połączeniem utworzonym ze źródła prądowego  $j_z$  oraz opornika o konduktancji  $G_z$ . Prąd źródłowy  $j_z$  jest równy prądowi płynącemu w zwartej gałęzi AB,  $G_z$  jest konduktancją widzianą z zacisków AB po przyrównaniu do zera wszystkich napięć i prądów źródeł niezależnych.

Twierdzenie Thevenina - Obwód liniowy rozpatrywany od strony zacisków A, B można zastąpić szeregowym połączeniem źródła napięcia  $e_z$  i opornika o rezystancji  $R_z$ . Wartość napięcia źródłowego  $e_z$  równa się wartości napięcia występującego na rozwartych zaciskach A, B. Rezystancja  $R_z$  jest rezystancją widzianą z zacisków A, B po przyrównaniu do zera wszystkich napięć i prądów źródeł niezależnych i wyznaczana jest analogicznie jak w dwójniku Nortona.

Do opisu układów wykorzystuje się najczęściej metodę napięć węzłowych, a nie praw Kirchhoffa ponieważ metoda analizy układów oparta na rozwiązywaniu praw Kirchhoffa prowadzi do wielu równań i jest czasochłonna.

### 11. Wyjaśnić różnice występujące pomiędzy półprzewodnikiem, przewodnikiem i izolatorem, jakie nośniki wyróżnia się w materiale półprzewodnikowym. Omówić pojęcia półprzewodnik samoistny i domieszkowany.

Półprzewodniki są materiałami, których opór właściwy (rezystywność) jest większy niż przewodników (metali) oraz mniejszy niż izolatorów (dielektryków). Istnieje jakościowa różnica między właściwościami elektrofizycznymi przewodników i półprzewodników. Dielektryki można natomiast odróżnić od półprzewodników tylko na podstawie umownego kryterium ilościowego, a nie na podstawie różnic jakościowych. W przewodnikach wszystkie elektrony walencyjne są nośnikami swobodnymi ładunków i w każdej temperaturze mogą brać udział w przepływie prądu. W półprzewodnikach i izolatorach elektrony walencyjne są związane z atomami i tylko części z nich, po wyrwaniu z orbit walencyjnych bierze udział w przepływie prądu.

Półprzewodnikiem samoistnym nazywamy półprzewodnik idealnie czysty, nie mający żadnych domieszek ani defektów sieci krystalicznej. Jest to z punktu widzenia technicznego przypadek abstrakcyjny.

Półprzewodnik domieszkowany to półprzewodnik, który posiada celowe zanieczyszczenia wprowadzane w procesie produkcji, nazywane domieszkami.

### 12. Omówić złącze p-n, w tym pojęcie warstwy zaporowej, rodzaje prądów płynących przez złącze i ich znaczenie przy polaryzacji zaporowej i w kierunku przewodzenia, charakterystyka złącza p-n i podstawowe równanie.

Złącze p-n jest to bryła półprzewodnika monokrystalicznego, utworzona przez dwie graniczące ze sobą warstwy typu n oraz p stanowi podstawowy element składowy wielu przyrządów półprzewodnikowych.

Warstwa zaporowa, jest to obszar ładunku przestrzennego w której nie ma nośników ładunków.

W warstwie N, przed połączeniem, występują dodatnie, nieruchome ładunki zjonizowanych atomów domieszki donorowej oraz ujemne ładunki elektronów swobodnych. W warstwie P występują ujemne, nieruchome ładunki zjonizowanych atomów domieszki akceptorowej oraz dodatnie ładunki związane z dziurami (w przybliżeniu o tej samej koncentracji).

Przy polaryzacji w kierunku zaporowym składowe prądu dyfuzji maleją do zera, nie zmieniają się składowe prądu unoszenia nośników mniejszościowych – w kierunku zaporowym płynie przez złącze niewielki prąd nasycenia.

Przy polaryzacji w kierunku przewodzenia płynie prąd dyfuzji nośników większościowych znacznie większy niż prąd unoszenia nośników mniejszościowych.

**Ilościowa analiza pozwala określić charakterystykę prądowo-napięciową złącza p-n – przybliżenie pierwszego stopnia<sup>1</sup>**

$$i = I_s \left( \exp \frac{u}{V_T} - 1 \right), \quad (1)$$

gdzie:  $I_s$  – prąd nasycenia,  $V_T = \frac{kT}{q}$  – potencjał elektrokinetyczny,  $k$  – stała Boltzmanna,  $q$  – ładunek jednostkowy,  $T$  – temperatura w K.

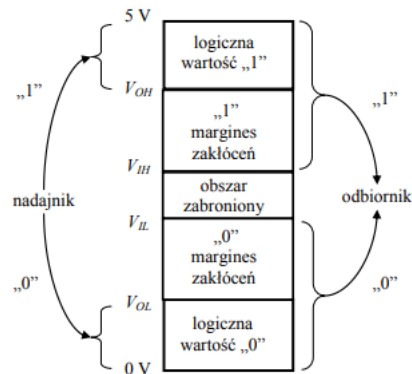
**13. Wyjaśnić pojęcia: układ logiczny, układ kombinacyjny i sekwencyjny. Co to są specyfikacje standardowe i po co je stosujemy. Narysować przykładową reprezentację standardów napięć, zaznaczając odpowiednie poziomy oraz marginesy zakłóceń.**

Układ logiczny – układ elektroniczny w którym liczba poziomów napięć jest równa dwa, poziomom przypisywane są cyfry 0 i 1. Układy te realizują operacje zgodnie z algebrą Boole’a.

Układy kombinacyjne („bez pamięci”) – sygnały wyjściowe zależą tylko od aktualnego stanu wejść

Układy sekwencyjne („z pamięcią”) – stan wyjść zależy nie tylko od aktualnego stanu wejść, ale również od stanów poprzednich.

Specyfikacje standardowe – mają zapewnić to, aby układy prawidłowo interpretowały dane wejściowe, zgodnie z obraną reprezentacją i generować sygnały wyjściowe, które są prawidłowymi sygnałami logicznymi.



**14. Omówić model typu S oraz SR tranzystora MOS (w tym charakterystyka prądowo-napięciowa każdego modelu). Porównać działanie bramki NOT (inwertera - w tym charakterystyka przejściowa) w obydwu przypadkach).**

Model typu S opisuje podstawowe charakterystyki tranzystora MOS, takie jak charakterystyka prądowo-napięciowa oraz charakterystyka przejściowa (tj. opóźnienie propagacji, czas narastania i czas opadania sygnału). Model ten uwzględnia także parametry statyczne, takie jak progi napięcia ( $V_{th}$ ) i współczynniki wzmocnienia prądu.

Model typu SR jest rozwinięciem modelu typu S i uwzględnia dodatkowo zjawisko rekombinacji i efekty pojemnościowe w tranzystorze MOS. Jest bardziej zaawansowanym modelem, który zapewnia lepsze odwzorowanie rzeczywistego zachowania tranzystora.

Główną różnicą między działaniem bramki NOT w obydwu przypadkach jest sposób sterowania tranzystorem. W modelu typu S, bramka NOT jest realizowana za pomocą jednego tranzystora MOS. Sygnał wejściowy jest podawany na bramkę, a wynikowy sygnał inwertowany jest otrzymywany na wyprowadzeniu. Charakterystyka przejściowa inwertera w modelu typu S obejmuje opóźnienie propagacji, czas narastania i czas opadania.

W przypadku modelu typu SR, bramka NOT składa się z dwóch tranzystorów MOS. Sygnał wejściowy jest podawany na jedną z bramek, a sygnał inwertowany jest otrzymywany z drugiego tranzystora. Charakterystyka przejściowa inwertera w modelu typu SR również obejmuje opóźnienie propagacji, czas narastania i czas opadania, ale może być bardziej złożona ze względu na uwzględnienie dodatkowych parametrów i efektów pojemnościowych.

**15. Narysować fizyczną, uproszczoną strukturę tranzystora MOS z długim kanałem, wyjaśnić pojęcie kanału i jego rezystancji. Narysować rodzinę charakterystyk  $i_{DS} - u_{DS}$  tranzystora MOS z kanałem typu n (długim kanałem) i zaznaczyć na niej obszar odcięcia, triodowy i nasycenia. Jak zachowuje się tranzystor MOS w obszarze nasycenia i jaki model należy wówczas zastosować?**

**16. Wyjaśnić pojęcie kondensator liniowy. Podać poglądowy rysunek kondensatora płaskiego, stosowany symbol, podstawowe zależności między prądem, napięciem i ładunkiem (w tym wykres ładunek-napięcie), uzasadnić własność pamięci, podać wzory na połączenie szeregowe i równoległe/Wyjaśnić pojęcie cewka liniowa. Podać poglądowy rysunek cewki toroidalnej, stosowany symbol, podstawowe zależności między prądem, napięciem i strumieniem (w tym wykres strumień - prąd), uzasadnić własność pamięci, połączenie szeregowe i równoległe.**

**17. Wyjaśnić najważniejsze pojęcia z zakresu stanów nieustalonych: komutacja, stan ustalony, nieustalony, warunki początkowe, stała czasowa. Jaką postać przyjmują równania opisujące układ w stanie nieustalonym, jakie składowe zawiera rozwiązanie i w jaki sposób możemy je wyznaczyć.**

**18. Narysować układ całkujący (lub różniczkujący) RC i wykazać, że realizuje on swoją funkcję. Jak wpływają układy RC ( w tym pasożytnicze) na kształt sygnałów w układach elektronicznych?**

**19. Wyjaśnić działanie elementarnej komórki pamięci (dynamicznej). Dlaczego w tym układzie stosujemy bufor?**

Działanie komórki pamięci dynamicznej opiera się na właściwościach kondensatora do przechowywania ładunku przez pewien czas. Kondensator jest połączony z liniami bitowymi, które pozwalają na zapisywanie i odczytywanie bitów informacji. Kiedy chcemy zapisać wartość bitu, tranzystor jest włączany, umożliwiając przepływ prądu i zapisanie ładunku na kondensatorze. Aby odczytać wartość bitu, tranzystor jest ponownie włączany, a ładunek kondensatora jest odczytywany jako napięcie na linii bitowej.

Stosowanie bufora w komórce pamięci dynamicznej jest konieczne ze względu na utratę ładunku kondensatora związanej z wyciekem prądu przez izolację kondensatora. Bez bufora, ładunek na kondensatorze stopniowo by się rozładowywał, co prowadziłoby do utraty informacji przechowywanych w pamięci.

**20. Moc rozpraszana w bramkach logicznych - jakie rodzaje mocy wyróżniamy i od czego one zależą. jakie korzyści przynosi stosowanie logiki CMOS w porównaniu do logiki NMOS?**

Moc rozpraszana w bramkach logicznych może być podzielona na dwie główne kategorie: moc statyczną i moc dynamiczną. Moc statyczna jest związana z poborem mocy przez bramkę logiczną, gdy sygnał wejściowy jest stały, podczas gdy moc dynamiczna jest wynikiem poboru mocy podczas przełączania sygnałów wejściowych.

Stosowanie logiki CMOS przynosi korzyści w porównaniu do logiki NMOS Oto kilka z tych korzyści:

Niskie zużycie mocy: Logika CMOS jest znacznie bardziej energooszczędna niż logika NMOS. Wynika to z faktu, że w logice CMOS prąd płynie tylko podczas przełączania, co minimalizuje moc dynamiczną, podczas gdy w logice NMOS prąd płynie przez rezystory podczas pracy w stanie statycznym, co generuje moc statyczną.

Szeroki zakres napięć: Logika CMOS zapewnia większy zakres napięć pracy, co umożliwia łatwiejsze integrowanie z innymi układami i zwiększa kompatybilność.

Wysoka odporność na zakłócenia: Dzięki wykorzystaniu układów komplementarnych (p-channel i n-channel), logika CMOS jest bardziej odporna na zakłócenia

**21. Podać definicję wartości średniej i skutecznej, impedancji i admitancji oraz zależności między wartościami symbolicznymi napięcia i prądu dla rezystora, cewki i kondensatora.**

Wartość średnia to średnia arytmetyczna wartości danej wielkości w określonym przedziale czasowym. W przypadku napięcia lub prądu zmieniającego się cyklicznie, wartość średnia jest równa wartości średniej z amplitudy i wynosi zero. Natomiast wartość skuteczna, zwana również wartością efektywną, jest równa wartości szczytowej podzielonej przez pierwiastek z dwóch. Odpowiada ona wartości stałej, która wywoływałaby takie samo rozproszenie mocy w rezystorze jak wartość zmiennej.

Impedancja jest miarą oporu elektrycznego dla obwodów prądu zmiennego i obejmuje zarówno opór (rezystancję), jak i reaktancję (rezystancję skuteczną) dla elementów takich jak rezystor, cewka i kondensator. Impedancja jest liczbą zespoloną, która składa się z części rzeczywistej (oporu) i części urojonej (reaktancji).

Admitancja jest odwrotnością impedancji i jest również liczbą zespoloną. Wyraża ona zdolność przepływu prądu przez elementy obwodu prądu zmiennego. Zawiera zarówno przewodnictwo (rezystancję) jak i reaktywność (rezystancję skuteczną) dla elementów takich jak rezystor, cewka i kondensator.

Zależności między wartościami symbolicznymi napięcia (V) i prądu (I) dla rezystora, cewki i kondensatora są następujące:

Dla rezystora: Napięcie (V) jest proporcjonalne do prądu (I) zgodnie z prawem Ohma, gdzie R to wartość rezystancji.  $V = I \cdot R$ .

Dla cewki: Napięcie (V) jest proporcjonalne do szybkości zmiany prądu ( $di/dt$ ) zgodnie z prawem Faradaya.  $V = L \cdot (di/dt)$ , gdzie L to indukcyjność cewki.

Dla kondensatora: Napięcie (V) jest proporcjonalne do całkowitej ilości ładunku (Q) zgromadzonego na kondensatorze podzielonego przez pojemność (C) kondensatora.  $V = Q/C$ .

## 22. Omówić pojęcie mocy w układach prądu sinusoidalnie zmiennego - rodzaje mocy, wzory definicyjne i obliczeniowe oraz jednostki.

Moc chwilowa dwójnika: iloczyn wartości chwilowych napięcia  $u(t)$  i prądu  $i(t)$

$$p = u(t)i(t) = U_m I_m \sin(\omega t + \varphi_i) \sin(\omega t + \varphi_i + \varphi)$$

Moc chwilowa jest funkcją czasu, o częstotliwości większej niż częstotliwość prądu czy napięcia – częstotliwość dwa razy większa.

Moc czynna P dwójnika – wartość średnia za okres z mocy chwilowej. Jednostką mocy czynnej jest wat [W].

$$P = \bar{p} = \frac{1}{T} \int_0^T p dt.$$

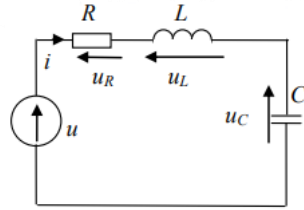
Moc bierna jest miarą energii wymienianej między źródłem energii a odbiornikami o charakterze reaktancyjnym. Jednostką mocy biernej jest Var (var).

$$Q = |U| |I| \sin \varphi.$$

Moc symboliczna dwójnika – liczba zespolona o części rzeczywistej równej mocy czynnej oraz części urojonej równej mocy biernej.

$$S = P + jQ.$$

**23. Omów szeregowy układ rezonansowy: schemat, charakterystyka, najważniejsze parametry - częstotliwość rezonansowa, dobroć. Podaj przykładowe zastosowanie układów rezonansowych.**



Rezonans napięć występuje wówczas, gdy napięcia na cewce i na kondensatorze kompensują się, przy czym wartości skuteczne tych napięć a na ogół znacznie większe od wartości skutecznej napięcia zasilającego.

Dobroć – wielkość bezwymiarowa mówiąca nam jak dobry jest dany układ rezonansowy.

Zastosowania: tunery radiowe i selektory kanałów w telefonach komórkowych i sieciach bezprzewodowych.

**24. Wyjaśnij pojęcia: modulacja, sygnał modulujący i modulowany. Wymień najważniejsze rodzaje modulacji. Podaj kilka zastosowań modulacji. Co to jest współczynnik DT w modulacji PWM.**

Modulacją nazywamy zakodowanie informacji, będącej pewnym przebiegiem elektrycznym, w postaci zmiany parametru innego, nośnego przebiegu elektrycznego.

Sygnał zawierający użyteczną informację to sygnał modulujący.

Sygnał, którego parametr podlega zmianie to sygnał modulowany.

Najważniejsze rodzaje modulacji: modulacja analogowa, modulacja impulsowa, modulacja cyfrowa, modulacja QAM, modulacja amplitudy.

Zastosowania modulacji: radiotechnika, przesyłanie transmisji radiowej, przesyłanie transmisji telewizyjnej, przesyłanie danych cyfrowych przez kanał radiowy, np. w transmisjach DVB

DT – współczynnik wypełnienia impulsów, jest to stosunek czasu włączenia do okresu, zwykle podawany w %.