

# Pytania kierunkowe

## 1. Widmo sygnału analogowego (podstawowo-pasmowego i pasmowego) a twierdzenie o próbkowaniu.

Widmo sygnału jest to reprezentacja sygnału w dziedzinie częstotliwości, wyznaczana najczęściej z transformacji Fouriera. Aby sygnał był użyteczny w technice cyfrowej musi zostać zdyskretyzowany, a więc konieczne jest jego próbkowanie oraz kwantyzacja, a widmo wyznacza się wtedy z DFT (w praktyce FFT).

Próbkowanie jest procesem konwersji sygnału analogowego (o czasie ciągłym) do postaci próbek pobieranych w równomiernych odstępach czasu (zwanym okresem próbkowania  $T$ ).

Twierdzenie Nyquista o próbkowaniu sygnału mówi nam, że jeżeli sygnał analogowy  $x_a(t)$  jest ograniczony pasmowo (ma ograniczoną pasmowo transformatę Fouriera) to sygnał może być bezbłędnie i jednoznacznie zrekonstruowany na podstawie ciągu równomiernie rozłożonych próbek:

$$x[n] = x_a(n \cdot T_s), \quad n \in \mathbb{Z}$$

jeżeli:

$$F_s = 1/T_s \geq 2F_{\max}$$

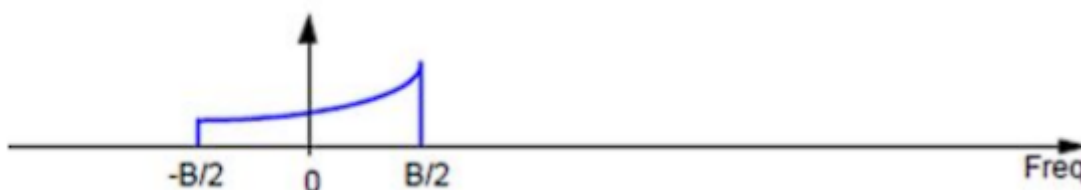
$F_s$  - częstotliwość próbkowania,

$F_{\max}$  - częstotliwość górna sygnału,

Częstotliwość Nyquista - połowa  $F_s$

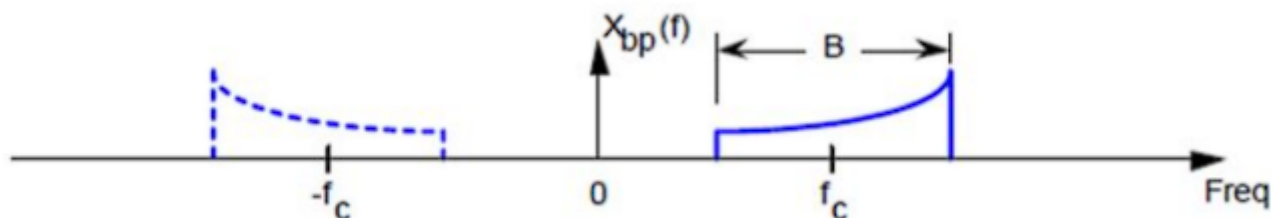
Z właściwości transformaty Fouriera wiadomo, że widmo sygnału dyskretnego jest okresowe (co  $f_s$  się powtarza). A więc jeżeli się próbkuje sygnał z częstotliwością niższą od częstotliwości Nyquista zajdzie zjawisko aliasingu i wynikowo widma zaczną na siebie zachodzić.

Sygnał analogowy podstawowo-pasmowy jest sygnałem ograniczonym pasmowo o widmie ulokowanym wokół częstotliwości zerowej. Widmo w funkcji częstotliwości:



A więc żeby próbować sygnał podstawowo-pasmowy wystarczy zastosować twierdzenie Nyquista o próbkowaniu sygnałów.

Sygnał pasmowy jest to sygnał o ograniczonym widmie ulokowanym wokół częstotliwości  $+f$ . Widmo w funkcji częstotliwości:



Zastosowania twierdzenia Nyquista o próbkowaniu sygnałów dla tego sygnału jest nieefektywne. W przypadku takich sygnałów możliwe jest takie dobranie szybkości próbkowania mniejszej od szybkości Nyquista, które zapewnia zachowanie nie zniekształconego widma sygnału przesuniętego jedynie w dziedzinie częstotliwości i w niektórych przypadkach widmie odwróconym w częstotliwości. Wynika to z faktu, że podczas podpróbkowania zachodzi zjawisko aliasingu, czyli sygnały "podszywają się" pod sygnały o innych częstotliwościach. Takie próbkowanie sygnału nazywa się podpróbkowaniem.

Różnica względem twierdzenia o próbkowaniu Nyquista jest taka, że:

$$F_s > 2B$$

$B$  - pasmo sygnału

Dodatkowo  $F_s$  nie może być dowolne, występują dopuszczalne pasma próbkowania. W wyniku podpróbkowania w dopuszczalnych pasmach próbkowania uzyskuje się widmo odwrócone w częstotliwości bądź widmo bez odwrócenia. Jeśli do podpróbkowania zostanie wybrana częstotliwość spoza dopuszczalnego pasma to zajdzie zachodzenie się na siebie widm sygnału.

Jak dobrać  $F_s$  nie znając wzorów, które wyznaczają dopuszczalne pasma próbkowania: Jeżeli pasmo  $B$  mieści się całkowitą ilość razy w częstotliwości  $f_H$  (iloraz  $f_H/B$  jest liczbą naturalną), to minimalną szybkością próbkowania przy której nie zajdzie zniekształcenia jest  $f_s = 2B$

Jeżeli jednak pasmo  $B$  nie mieści się całkowitą liczbę razy w  $f_H$  (iloraz  $f_H/B$  nie jest liczbą naturalną), to wartość  $B$  należy zwiększyć do takiej najbliższej wartości  $B'$ , która mieści się całkowitą ilość razy w  $f_H$ . Wtedy minimalną szybkością próbkowania, przy której nie zajdzie zniekształcenia aliasowe to  $f_s = 2B'$ . W ten sposób "ogony" replik nie tylko nie nachodzą na siebie, ale istnieje również zapas równy  $2(B' - B)$ .

## 2. Widmo sygnału dyskretnego i transformacje (DTFT, DFT, FFT) służące do obliczania tego widma oraz powiązania tych transformat.

Sygnał dyskretny - sygnał, który powstał w wyniku dyskretyzacji (próbkowania) sygnału ciągłego (analogowego) DTFT (Discrete Time Fourier Transform) - dyskretno-czasowe przekształcenie Fouriera DFT (Discrete Fourier Transform) - dyskretnie przekształcenie Fouriera FFT (Fast Fourier Transform) - szybkie przekształcenie Fouriera

DTFT:

- operujemy dyskretnym czasem i ciągłą częstotliwością,
- sygnał o nieskończonej liczbie próbek

$$X(e^{j\omega T_s}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s)e^{-jn\omega T_s},$$

- $\omega$  – pulsacja ( $2\pi F_p/F$ ),
- $n$  – indeks (numer) próbki,
- widmo amplitudowe -  $|X(e^{j\omega})|$ ,
- widmo fazowe –  $\arg X(e^{j\omega})$ .

DFT:

- operujemy dyskretnym czasem i dyskretną częstotliwością,
- sygnał o skończonej liczbie próbek  $N$

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-jn\omega},$$

- $\omega$  – pulsacja ( $2\pi k/N$ ),
- $n$  – indeks (numer) próbki,

FFT:

- transformacja dająca wynik identyczny jak DFT,
- opracowana ze względu na złożoność obliczeniową DFT,
- dokonuje się zmiany kolejności próbek, dzieląc je rekurencyjnie na próbki o indeksach parzystych i nieparzystych, aż do uzyskania zbiorów dwuelementowych,
- wykonuje się serie  $N/2$  dwupunktowych DFT,
- składa się widma dwuprzędkowe w widma czteroprzędkowe, czteroprzędkowe w ośmioprzędkowe itd., aż do momentu odtworzenia widma  $N$ -przędkowego, czyli widma całego sygnału.
- dla  $N=1024$
- DFT:  $N^2=1048676$  mnożeń
- FFT:  $2(N/2)^2=N^2/2=524288$  mnożeń

**Powiązania transformat DFT i DTFT:**

$$X[k] = X(e^{j\omega}) \big|_{\omega=\omega_k=\frac{2\pi}{N}k}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

### 3. Twierdzenia Schannona i ich interpretacje.

### 4. Usługi w sieci telekomunikacyjnej - klasyfikacja, charakterystyki, jakość usług.

Usługa telekomunikacyjna - przesyłanie na odległość informacji (w postaci mowy, muzyki, znaków, pisma, rysunków, fotografii, obrazów, danych, itp.) za pomocą sygnałów elektrycznych, optycznych lub radiowych. Świadczona każdorazowo przez operatora (dzięki jego urządzeniom i organizacji) na rzecz użytkowników i na ich żądanie. Usługi telekomunikacyjne można podzielić na usługi podstawowe (ang. basic services), usługi dodatkowe (ang. supplementary services) i usługi dodane. Usługi podstawowe i dodatkowe są opisane w specyfikacji standardu, na którym oparta jest sieć.

Usługi podstawowe:

- teleusługi (ang. teleservices) - usługi umożliwiające zestawienie pewnych, zdefiniowanych dla danego standardu sieci, połączeń (np. zwykłe połączenie telefoniczne, połączenie alarmowe, wysyłanie wiadomości SMS) i zapewniają w tym celu współpracę różnych elementów sieciowych i terminali końcowych.

- usługi przenoszenia (bearer services) - zapewniające transport informacji pomiędzy punktami dostępowymi sieci

Usługi dodatkowe - rozszerzają możliwości usług podstawowych. Przykładem może być możliwość ustawienia przekierowania na inny numer gdy abonent nie odpowiada, zestawienia telekonferencji lub ustawienie identyfikacji numeru dzwoniącego.

Usługi dodana - usługi nie objęte specyfikacją dla standardu, na którym oparta jest sieć. Mogą one kontrolować usługi objęte specyfikacją, bądź wykorzystywać je dla dostarczenia abonentowi dodatkowych treści i możliwości co poszerzy ofertę operatora na tle rybku. Usługi kontrolujące usługi podstawowe, oparte są zwykle o platformę sieci inteligentnych np. serwis prepaid, który kontroluje ilość środków na koncie abonenta i może w każdej chwili zakończyć połączenie lub transmisję danych. Przykładem usług, które wykorzystują usługi podstawowe dla zaoferowania informacji lub możliwości nie objętych specyfikacją sieci mogą być: umożliwienie abonentom wysyłania MMS, głosowania za pomocą SMS, nagrywania i odsłuchiwanie poczty głosowej lub tzw. VoD (ang.Video on Demand).

Inne sposoby specyfikacji:

- ze względu na wymagane łącza:
  - usługi połączeniowe wymagające stworzenia kanału logicznego dla stałego połączenia na czas realizacji usługi
  - usługi bezpołączeniowe (nie wymagające stworzenia kanału)
- z punktu widzenia abonenta:
  - usługi interaktywne: konwersacyjne (dwukierunkowa wymiana informacji w czasie rzeczywistym: telefonia, wideotelefonia), przekazywanie wiadomości (dwukierunkowa wymiana informacji), wyszukiwanie/dostęp do informacji (przesyłanie do użytkownika, na jego żądanie, informacji wcześniej zgromadzonych)
  - usługi dystrybucyjne (rozsiwczce): jedokierunkowe rozprowadzanie informacji do wielu użytkowników (użytkownik nie ma wpływu na szybkość i czas przesyłania danych ani treści), usług z/bez możliwości indywidualnego sterowania prezentacją (telegazeta, telewizja programowa)

Jakość usług:

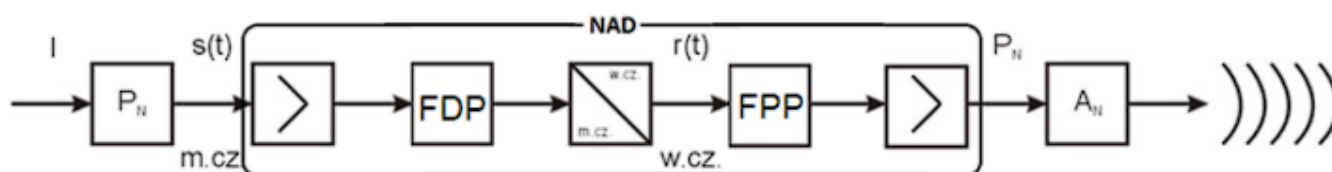
- GoS (Grade of Service) - poziom świadczonych usług - określa pewne parametry (związane z inżynierią ruchu), których wartości umożliwiają odpowiedź na pytanie o wystarczalności posiadanych zasobów (przy ustalonych założeniach, co do panujących warunków). Parametrami GoS przykładowo są: prawdopodobieństwo niezyskania usługi, prawdopodobieństwo strat zgłoszenia, czy prawdopodobieństwo zajętości wszystkich zasobów, które wynikają z faktu, że zdolność obsługi sieci/elementów sieci jest ograniczona i nie zawsze może sprostać istniejącemu zapotrzebowaniu ruchowemu.
- QoS (Quality of Service) - zbiór mechanizmów, które mają zapewnić dostarczenie przewidywalnego poziomu jakości usług sieciowych, poprzez zapewnienie określonych parametrów transmisji danych, w celu osiągnięcia satysfakcji użytkownika. Gwarantowana jakość usług jest to zestaw technologii zapewniających odpowiedni (przewidywalny) poziom usług w kontekście przepustowości, opóźnienia i zmienności opóźnienia (ang. jitter).

Przykładowe mechanizmy zapewniające jakość usług polegają na:

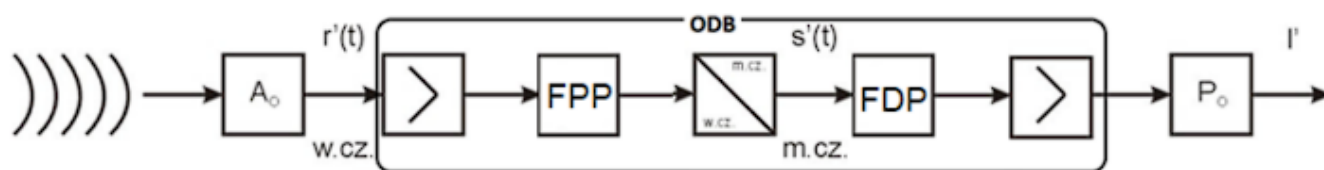
- kształtowaniu i ograniczaniu przepustowości
- zapewnianiu sprawiedliwego dostępu do zasobów
- nadawaniu odpowiednich priorytetów poszczególnym pakietom
- zarządzaniu opóźnieniami w przesyłaniu danych
- unikaniu przeciążeń

## 5. Narysuj schemat blokowy i omów działanie łącza radiowego.

Łącze radiowe - zestaw urządzeń służący do przesyłania i odbierania sygnału radiowego oraz środowisko propagacji, służy do nadawania i odbierania informacji za pośrednictwem fal radiowych, na wyjściu części odbiorczej nigdy nie pojawi się w 100% ta sama informacja, która została wprowadzona na wejście części nadawczej, działa poprawnie, gdy informacja jest odtwarzana z dostatecznie wymaganą dokładnością, określoną w systemach analogowych jako stosunek natężenia sygnału do natężenia szumu (S/N) na wyjściu odbiornika, a w systemach cyfrowych poprzez Pb.



Nadajnik: Informacja  $I$  (np. ludzki głos) jest wprowadzana do przetwornika nadawczego  $P_N$  i przetwarzana na sygnał elektryczny  $s(t)$  o małej częstotliwości i bardzo niskiej mocy. Wzmacniacz małej częstotliwości nadaje sygnałowi  $s(t)$  poziom energetyczny pozwalający na przeniesienie go w pasmo wysokich częstotliwości i następnie po przejściu przez filtr dolnoprzepustowy wprowadza do przetwornika małych częstotliwości na wysokie częstotliwości, gdzie powstaje sygnał radiowy  $r(t)$  o wysokiej częstotliwości. Następnie sygnał przechodzi przez filtr pasmowoprzepustowy. Jego poziom energetyczny jest zbyt niski by mógł być bezpośrednio wypromieniowany do środowiska propagacji, więc wzmacniacz wysokiej częstotliwości nadaje mu odpowiednią moc  $P_N$  i poprzez antenę nadawczą  $A_N$  sygnał jest wysyłany w świat.



Odbiornik: Sygnał w postaci fali elektromagnetycznej jest odbierany ze środowiska propagacji przez antenę odbiorczą  $A_O$ , w wyniku czego powstaje sygnał radiowy  $r'(t)$  o wysokiej częstotliwości (nieco zmieniony w stosunku do oryginalnego sygnału  $r(t)$  przez zjawiska występujące w środowisku propagacji). Ze względu na odległość pomiędzy częścią odbiorczą a nadawczą łącza, sygnał  $r'(t)$  ma niską moc, tymczasem dla poprawnego działania modułu przenoszącego sygnał w pasmo małych częstotliwości moc ta musi być odpowiednio wysoka. Zapewnia to wzmacniacz wysokiej częstotliwości. Sygnał przechodzi przez filtr pasmowoprzepustowy następnie przechodzi przez przetwornik częstotliwości. Sygnał podstawowy  $s'(t)$  o małej częstotliwości i mocy, który następnie przechodzi przez filtr dolnoprzepustowy. Poziom energetyczny potrzebny do poprawnej pracy przetwornika odbiorczego  $P_O$  uzyskuje się we wzmacniaczu małej częstotliwości. Na wyjściu ostatniego modułu pojawia się informacja  $I'$ .

Środowisko propagacji: Ogólny przypadek: powietrze, nie zawsze przewidywalne warunki, zjawiska zachodzące w środowisku: rozproszenie sygnału radiowego (malejąca wartość powierzchniowej gęstości mocy

fali wraz z kwadratem odległości), tłumienie sygnału radiowego (rośnie między innymi wraz z częstotliwością i wilgotnością), zakłócenie sygnału (inne sygnały radiowe), wielodrogowość (zaniki sygnału w punkcie odbioru).

## 6. Omów podstawowe parametry elektryczne anteny.

Antena - urządzenie elektryczne, które transformuje falę doprowadzoną w falę przestrzenną, zazwyczaj jest używana jako nadajnik lub odbiornik w komunikacji radiowej. Antena izotropowa to hipotetyczna antena, której promieniowanie (gęstość powierzchniowa mocy) nie zależy od kierunku.

Parametry elektryczne - możemy je podzielić na obwodowe (opisujące współpracę anteny z częścią przewodową) i polowe (opisujące współpracę anteny z częścią bezprzewodową - środowiskiem propagacji). Do parametrów elektrycznych anteny możemy zaliczyć: charakterystykę promieniowania, zysk anteny, impedancję anteny, sprawność anteny, polaryzację oraz pasmo.

Charakterystyka promieniowania - obrazuje w jaki sposób antena promieniuje energię w zależności o kierunku, przedstawia unormowany rozkład pola elektrycznego lub też względny rozkład gęstości powierzchniowej mocy. Jest wyznaczana w dwóch płaszczyznach: pionowej i poziomej (mogą być też przedstawione w postaci trójwymiarowej), jest normalizowana i podawana w mierze decybelowej, na jej podstawie można określić kierunek i poziom wiązki głównej, wiązek bocznych i wstecznych.

Zysk anteny - pozwala określić zdolność do kierunkowego wypromieniowania energii przez daną antenę w porównaniu do anteny wzorcowej. Informuje nas ile razy moc promieniowana przez antenę w kierunku maksymalnego promieniowania jest większa od mocy anteny wzorcowej. Jeśli nie jest zaznaczone względem czego jest liczony zysk anteny, to jest on liczony w odniesieniu do anteny izotropowej. Zależy od kierunkowości oraz od strat magnetycznych anteny wynikających z materiału zastosowanego do budowy.

Impedancja anteny - obciążenie jakie przedstawia antena dla generatora sygnału. Zależy od geometrii anteny oraz od częstotliwości. Wpływa na nią obecność innych anten oraz obiektów znajdujących się w pobliżu. Z punktu widzenia sprawności układu wymagane jest, aby wszystkie elementy toru transmisyjnego miały tę samą impedancję. Tylko wtedy nastąpi przekazanie prawie całej energii z urządzenia do anteny i jej wypromieniowanie (należy pamiętać o tym, że kable i złącza też mają pewne tłumienie). W skrajnych przypadkach duże niedopasowanie może skutkować uszkodzeniem urządzeń nadawczych. W radiokomunikacji standardowo stosuje się urządzenia o impedancji 50 Ohm.

Sprawność anteny - stosunek mocy wypromieniowanej do mocy doprowadzonej do generatora. Stosunek maksymalnego zysku energetycznego do kierunkowości. Idealna antena wypromieniowuje całą moc, ale w antenie rzeczywistej część mocy jest tracona. Straty te są skutkiem niedopasowania anteny do linii zasilającej oraz strat cieplnych w rezystancji rzeczywistej elementów anteny.

Polaryzacja - drgania fal elektromagnetycznych odbywają się w ściśle określonych płaszczyznach. Fale elektromagnetyczne mogą drgać zarówno w płaszczyźnie pionowej jak i poziomej. Gdy drgają tylko w jednej płaszczyźnie mówimy o polaryzacji liniowej (pionowej lub poziomej). Gdy drgają w obu płaszczyznach mówimy o polaryzacji kołowej lub eliptycznej (prawy- lub lewoskrętnej).

Pasmo - zakres częstotliwości w którym antena zachowuje nominalne parametry. Przy wyznaczaniu pasma pracy najważniejsze jest dopasowanie i w nieco mniejszym stopniu zysk oraz charakterystyka. Dość często dopasowanie i inne parametry anteny są zachowane w szerszym zakresie niż jest to podawane.

## 7. Budowa i właściwości wzmacniaczy tranzystorowych.

Wzmacniacz tranzystorowy - podstawowy element (układ) wzmacniający, stosowany obecnie w układach elektronicznych. Działa na zasadzie sterowania przepływem ładunku. Dzielą się na tranzystory bipolarne i unipolarne (polowe). Tranzystory bipolarne sterowane są prądowo, a polowe - napięciowo. Tranzystor bipolarny pracuje w zakresie aktywnym (złącze emiterowe jest w stanie przewodzenia, a kolektorowe w stanie zaporowym). Tranzystor polowy pracuje w zakresie nasycenia. Powszechnie stosowane są wzmacniacze tranzystorowe pod postacią wzmacniaczy operacyjnych, selektywnych, szerokopasmowych czy też wzmacniaczy mocy.

Tranzystor bipolarny:

- wspólny emiter (CE)
- wspólna baza (CB)
- wspólny kolektor (CC)

Tranzystor polowy:

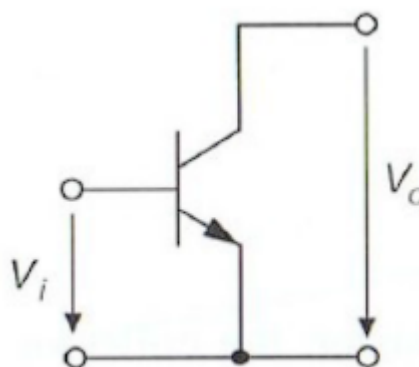
- wspólne źródło (CS)
- wspólna bramka (CG)
- wspólny dren (CD)

Wymienione wyżej konfiguracje tworzą tzw. jednotranzystorowe wzmacniacze. Łącząc zalety poszczególnych konfiguracji można uzyskać następujące połączenia (wzmacniacze szerokopasmowe):

- połączenie CC-CB tworzy tzw. wzmacniacz różnicowy
- połączenie CE-CB tworzy tzw. kaskadę

Wspólny emiter (CE):

- najczęściej stosowana z konfiguracji
- wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a emiter
- sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy kolektorem a emiterym
- emiter jest "wspólny" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- duże wzmocnienie prądowe
- duże wzmocnienie mocy
- napięcie wyjściowe odwrócone jest w fazie o 180 stopni w stosunku do napięcia wejściowego
- rezystancja wejściowa jest rzędu kilkuset Ohm
- duża rezystancja wyjściowa

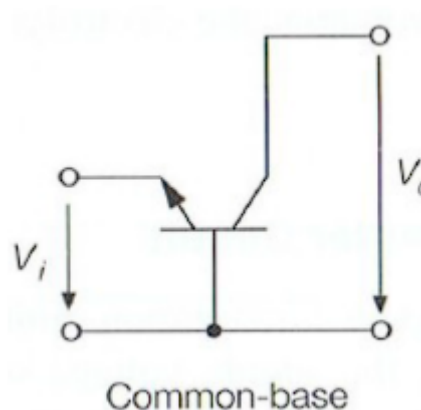


Common-emitter

- małe pasmo przenoszenia częstotliwości

Wspólna baza:

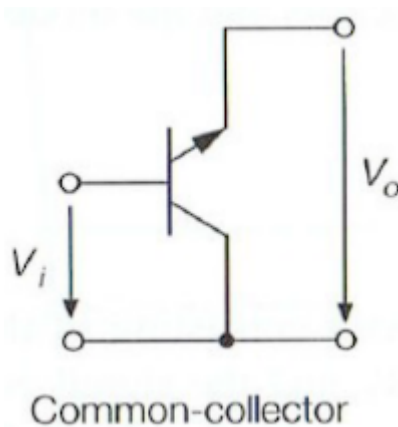
- nadaje się najlepiej do pracy na wysokich częstotliwościach
- wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy emiter a bazę
- sygnał po wzmacnieniu jest odbierany pomiędzy kolektorem a bazą
- baza jest "wspólna" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- bardzo małe wzmacnienie prądowe (bliskie jedności)
- duże wzmacnienie napięciowe
- brak odwrócenia fazy
- mała rezystancja wejściowa
- bardzo duża rezystancja wyjściowa
- duże pasmo przenoszenia



- sygnały wyjściowe są zgodne w fazie z wejściowymi

Wspólny kolektor:

- stosowany jest jako stopień wyjściowy we wzmacniaczach wielostopniowych
- nadają się jako układy dopasowujące dwa czwórniki (bufor)
- wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a kolektor
- sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy emiterem a kolektorem
- kolektor jest "wspólny" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- duże wzmacnienie prądowe
- wzmacnienie napięciowe mniejsze od jedności
- brak odwrócenia fazy
- duża rezystancja wejściowa
- mała rezystancja wyjściowa



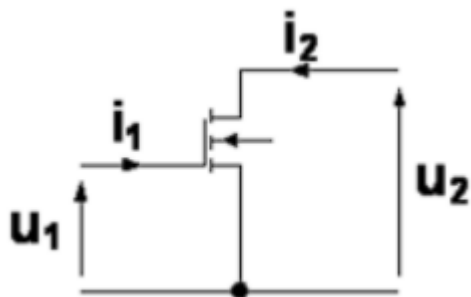
- średnie pasmo przenoszenia

Wspólne źródło:

- stosowane w zakresie małych częstotliwości
- napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bramkę a źródło

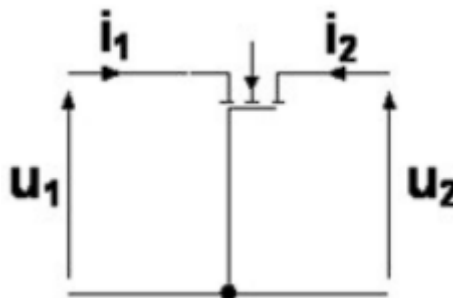


- sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy drenem a źródłem
- źródło jest "wspólne" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- duże wzmacnienie napięciowe
- odwrócenie fazy o 180 stopni
- bardzo duża impedancja wejściowa
- duża impedancja wyjściowa (niepożądana dla wzmacniaczy napięciowych)



Wspólna bramka:

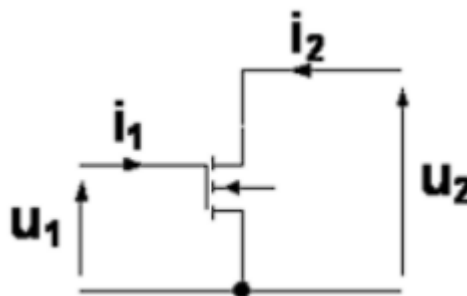
- nadaje się do pracy z wysokimi częstotliwościami
- wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy źródło a bramkę
- sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy drenem a bramką
- bramka jest "wspólna" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- duże wzmacnienie napięciowe
- brak odwrócenia fazy
- mała impedancja wejściowa (setki Ohm)



- duża impedancja wyjściowa (pojedyncze kOhm)

Wspólny dren:

- stosowany gdy pożądana jest mała pojemność wejściowa oraz konieczność transformacji impedancji
- wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bramkę a dren
- sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy źródłem a drenem
- dren jest "wspólny" dla sygnału wejściowego i wyjściowego
- bardzo małe wzmacnienie napięciowe (mniejsze od jedności)
- brak odwrócenia fazy
- bardzo duża impedancja wejściowa (pojedyncze MOhm)



- mała impedancja wyjściowa (setki Ohm)

## 8. Porównanie budowy, właściwości i zastosowań układów FPGA, CPLD.

Cechy	CPLD	FPGA
Akronim	Complex Programmable Logic Devices	Field Programmable Gate Array
Wyjaśnienie	złożone układy programowalne	programowalne matryce bramkowe
Struktura	makrokomórek (od kilkudziesięciu do kilkuset), architektura ma strukturę hierarchiczną, niejednorodną	regularnej matrycy bloków logicznych LUT (Look-Up Table), multiplekserów lub bramek logicznych, tablicowa
Ilość zasobów	średnia	duża
Połączenia	narzucona struktura połączeń	duża dowolność łączenia zasobów
Szybkość	duża	średnia
Technologia CMOS	EPROM, EEPROM	SRAM
Budowa	programowalna matryca AND, stała matryca OR, przerzutniki, dodatkowe funkcje XOR, pewna liczba programowalnych multiplekserów	bloki zbudowane w oparciu o małą statyczną pamięć RAM, pomiędzy poprowadzone są kanały z programowalnymi połączeniami, bloki specjalne (bloki obsługi sygnałów zegara, bloki pamięci, układy mnożące i inne)
Input/Output	makrokomórki są połączone bezpośrednio z końcówkami input/output	bloki bezpośrednio sąsiadujące z końcówkami input/output, jednak w celu połączenia z wyprowadzeniami konieczne jest zastosowanie bloku I/O (który zajmuje miejsce) i wytrasowanie połączenia
Liczba wejść	16-18	4-8
Liczba wyjść	4-32	1-4
Skomplikowane funkcje - realizacja	zajmowanie "term" z bloku sąsiedniego za pomocą równoległych układów rozszerzających	szybkie linie kaskadowania i przeniesienia

Cechy	CPLD	FPGA
Bramki logiczne	od 1 do 10 tysięcy bramek logicznych	od 10 tysięcy do kilku milionów
Pamięć	nieulotna, która pozwala na natychmiastowe działanie po uruchomieniu	ulotna, co daje więcej możliwości. Gdy układ ulegnie uszkodzeniu można go wymienić na nowy bez potrzeby uprzedniego programowania
Opóźnienia	ze względu na sposób łączenia elementów opóźnienia sygnałów są w pełni przewidywalne	opóźnienia sygnałów zależą od ilości wykonanych połączeń, a ta z kolei zależy od budowy systemu i zmienia się wraz z projektem (można je oszacować dopiero po syntezie układu)
Zastosowanie	proste układy wymagające dużej szybkości, specyficzne zastosowania jak interfejsy, komparatory, szyfratory, automaty skończone, szyny. Bootloadery (zanik prądu nie powoduje utraty konfiguracji) dla urządzeń, które nie mają pamięci wewnętrznej	nadają się do tworzenia układów sekwencyjnych, układy przetwarzania informacji i sygnałów (np. w realizacjach algorytmów kryptograficznych), filtry cyfrowe, realizacja układów wykorzystujących arytmetykę rozproszoną
Zalety	makrokomórki wykonują bardziej specjalistyczne operacje logiczne	bardziej elastyczne, możliwe automatyczne przeprogramowanie się układu w celu uzyskania lepszej wydajności w danej chwili

## 9. Omów relacyjny model danych.

Dane - zapis, reprezentacja faktów, zapis danych nie posiada kontekstu czy znaczenia

Model danych - jest to zbiór posługiwania się danymi:

- zbiór reguł określających strukturę danych (definicja danych)
- zbiór reguł określających operacje na danych (operowanie danymi)
- zbiór reguł określających poprawne stany bazy danych (integralność danych)

Struktura danych - w modelu relacyjnym wszystkie informacje przechowywane są w realizacjach

Macierz (tabela) - reprezentuje relacje w systemach komputerowych. Ma następujące własności:

- każdy wiersz (krotka) reprezentuje opis nowej encji - bytu, np. osoba, samochód, itp.
- opis krotki dokonywany jest za pomocą uporządkowanego zbioru atrybutów, których kolejność jest istotna - wynika z wzorca krotki
- wszystkie krotki w tabeli muszą pasować do tego wzorca
- każda krotka jest unikalna (inna)
- kolejność krotek w tabeli nie ma znaczenia
- atrybuty opisywane są przez nazwę opisową atrybutu (ustala projektant bazy danych) i nazwę typu danych, do którego krotka przynależy (zależna od systemu zarządzania bazami danych i od norm)
- wartości atrybutów muszą być atomowe (nie ma krotki w krotce)

- ilość kolumn wyznacza ilość atrybutów opisujących encje

Relacyjny model danych - relacyjna struktura danych, dostępność operatorów algebry relacji umożliwiających tworzenie, wyszukiwanie i modyfikowanie danych. Możliwość definiowania ograniczeń integralnościowych i referencyjnych

Więzy integralności - to ograniczenia kojarzone z obiektami bazy danych. Typy więzów:

- unikalność krotek relacji - niepowtarzalność krotek w relacji, zapewniają to elementy nazywane kluczem głównym
- ograniczenia referencyjne - możliwość ograniczenia wartości atrybutu na podstawie zbioru atrybutów w innej tabeli, odpowiadają za to elementy nazywane kluczem obcym
- integralność krotki - dziedzina atrybutu, format wartości, związki między atrybutami w krotce
- dodatkowe więzy integralności pochodzą ze środowiska modelowanego przez bazę danych

Klucz główny i klucze obce - w modelu relacyjnym, każda krotka (wiersz) musi być unikalna. Osiąga się to za pomocą klucza głównego. Klucz główny to kolumna (klucz prosty) lub grupa kolumn (klucz złożony), która jednoznacznie identyfikuje wiersz tabeli. Każda relacja musi mieć dokładnie jeden klucz główny. Klucz obcy to taka kolumna (lub grupa kolumn), która zawiera odnośniki do klucza głównego z innej tablicy

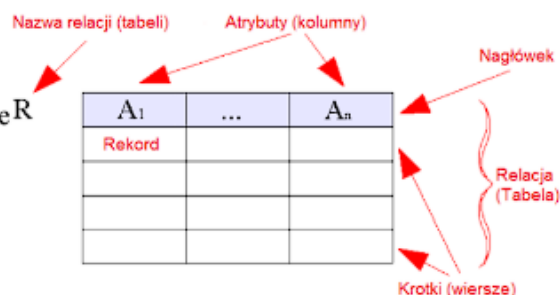
Algebra relacji - zbiór operacji zdefiniowanych w modelu relacyjnym. Operacje działają na relacjach i wynikiem każdej operacji jest nowa relacja. Sekwencja operacji algebry relacji to wyrażenie algebry relacji, którego wynikiem jest również relacja. Podstawowe operacje: selekcja, projekcja, połączenie, operatory mnogościowe, operatory zaawansowane.

Operacje na da

Pracownik			
PESEL	Imię	Nazwisko	Płaca za projekt
90091905025	Maria	Zielińska	200
80012005024	Zygmund	Kowal	200
75112107115	Marian	Opolski	400

Projekt				
ID	Nazwa	Koszt	Data rozpoczęcia	Data zakończenia
1	Projekt	100	01.12.2012	01.01.2013
2	Projekt	100	01.11.2012	06.12.2012

Nazwa relacji (tabeli): Pracownik, Projekt  
 Przykładowe atrybuty: PESEL, Imię, Nazwisko  
 Definicja krotki: osoba(PESEL, Imię, Nazwisko) – podkreślenie **R** oznacza klucz główny  
 Przykładowa krotka: osoba (90091905025; Maria; Zielińska; 200)



## 10. Wymień interfejsy przewodowe stosowane w systemach czujnikowych i omów jeden szczegółowo.

Interfejsy przewodowe stosowane w systemach czujnikowych:

- I<sup>2</sup>C
- 1-wire
- CAN
- RS232
- RS485

I<sup>2</sup>C:

- szeregową, dwukierunkową magistralę służącą do przesyłania danych w urządzeniach elektronicznych
- każde urządzenie ma swój adres
- brak potrzeby projektowania interfejsu magistrali - wbudowany w układ scalony
- znana również pod akronimem IIC (Inter-Integrated Circuit) - pośredniczy pomiędzy układami scalonymi
- określa dwie najniższe warstwy modelu odniesienia OSI: warstwę fizyczną i warstwę łącza danych
- 2 kierunkowe linie: dane (SDA - Serial Data) oraz sygnał zegara (SCL - Serial Clock)
- podczas transmisji danych, sygnał na linii SDA musi być stabilny (nie może się zmieniać), gdy linia SCL jest w stanie wysokim
- zmiany linii SDA podczas stanu wysokiego linii SCL są interpretowane jako sygnały sterujące (control)
- każdą transmisję inicjuje warunek start i kończy warunek stop
- maksymalna przepływność 100 kbit/s w trybie STANDARD i 400 kbit/s w trybie FAST
- maksymalna liczba urządzeń - typowo 40 (liczba układów scalonych limitowana jest tylko jej maksymalną pojemnością 400 pF)
- maksymalna odległość transmisji - 5 m
- zintegrowanie adresowania z protokołem transferu danych - całkowite programowe zorientowanie aplikacji
- układy scalone mogą być dodawane lub usuwane z systemu bez używania dodatkowych układów na magistrali
- uproszczone wykrywanie błędów i diagnostyka magistrali
- czas konieczny na stworzenie oprogramowania może być zredukowany poprzez wykorzystanie bibliotek z najczęściej używanymi funkcjami
- transmisja magistralą jest odporna na zakłócenia zewnętrzne

#### 1-wire:

- asynchroniczny interfejs szeregowy
- interfejs elektroniczny jak również protokół komunikacyjny pomiędzy urządzeniami
- do komunikacji używana jest tylko jedna linia danych (oraz linia zerowa), dwukierunkowa
- odbiornik może być zasilany bezpośrednio z linii danych, wykorzystując zasilanie pasożytnicze
- odbiornik wyposażony jest w kondensator o pojemności 800 pF, który jest ładowany z linii danych - następnie energia w nim zgromadzona używana jest do zasilania odbiornika
- prosty protokół wymiany danych: inicjalizacja (zerowanie magistrali), wysłanie (zapis) zera, wysłanie (zapis) jedynki, odczyt bitu
- maksymalna długość jednego segmentu do 300 m (bez regeneratorów - przy niskiej prędkości transmisji)
- do przesłania danych wykorzystywana może być zwykła skrętka telefoniczna
- każde urządzenie dostaje unikatowy adres na etapie produkcji
- struktura magistrali z jednym masterem i wieloma slave'ami
- możliwość pracy multimaster
- prosta struktura linii połączeń
- mała ilość komponentów dodatkowych
- łatwa zmiana konfiguracji sieci
- duża obciążalność linii (dużo urządzeń)
- wolniejsze i tańsze od I<sup>2</sup>C
- używany do komunikacji pomiędzy niewielkimi urządzeniami, takimi jak: termometry cyfrowe, instrumenty metrologiczne, sterowniki ładowania akumulatorów, zamki elektroniczne typu iButton

- standardowa prędkość pracy to od ok. 16 do 142 kb/s

CAN:

- CAN - ang. Controller Area Network
- został opracowany do zastosowań w motoryzacji (np. ABS)
- asynchroniczna magistrala szeregową
- transmisja sygnałów następuje za pomocą prostej linii różnicowej (dwuprzewodowa skrętka)
- brak adresowania węzłów (identyfikator ramki określa zawartość oraz priorytet)
- tryb multimaster
- detekcja i obsługa błędów
- popularna (obecna w przemyśle od wielu lat)
- sprzętowa implementacja protokołu
- proste medium transmisyjne
- tolerancja uszkodzeń (uszkodzony węzeł zostaje wykluczony)
- prędkość do 1 Mb/s na dystansie do 40 m
- prędkość spada wraz ze wzrostem odległości

RS232:

- magistrala komunikacyjna przeznaczona do szeregowej transmisji danych
- transmisja odbywa się asynchronicznie z prędkością 20 kb/s (maksymalnie 115 kb/s)
- maksymalna odległość - 15 m
- możliwy jest tryb pracy full duplex, czyli transmisja oraz odbiór w tym samym czasie
- jeden nadajnik i jeden odbiornik (point-to-point), a zatem maksymalna liczba urządzeń to 2
- specyfikacja napięcia definiuje "1" logiczną jako napięcie -3 do -15 V, zaś "0" to napięcie +3 do +15 V

RS485:

- transmisja asynchroniczna szeregową dwuprzewodową skrętka
- dopasowanie impedancyjne linii transmisyjnej na końcach (120 Ohm)
- podłączenie do 32 urządzeń (nadajniki lub odbiorniki)
- dalsza rozbudowa możliwa, ale wymaga powielaczy transmisji (repeaterów)
- maksymalna prędkość transmisji: ok. 35 Mb/s (przewody do 12 m)
- maksymalna długość segmentu magistrali: 1,2 km (prędkość 100 kb/s)
- w jednej chwili nadawać może tylko jeden nadajnik
- wydzielą się jedno urządzenie pełniące rolę kontrolera transmisji (inicjuje transmisję, żadne urządzenie poza kontrolerem nie może samoczynnie nadawać)

11. Zasada działania, właściwości i zastosowania wybranych elementów systemu optoelektronicznego (źródła, modulatory, detektory).

12. Architektury procesorów rdzeniowych mikrokontrolerów.

13. W jaki sposób można zrealizować w zakresie b. w. cz. czystą reaktancję?

14. Do czego służy strojnik pojedynczy i jaka jest jego zasada działania?

15. Omów ramy stosowania rachunku wskazów w analizie obwodów i niekonkurencyjności rachunku Laplace'a w tych ramach.

16. Sformułuj i zapisz w postaci ogólnej prawa Kirchhoffa oraz podaj własne przykłady ilustrujące treść tych praw.

## **Pytania dla Telekomunikacji**

---

1. Omów problem analizy i syntezy zasobów w sieci telekomunikacyjnej.
2. Scharakteryzuj architektury wspierające realizację sieci IP QoS.
3. Przedstaw bilans energetyczny i scharakteryzuj jego znaczenie przy projektowaniu łącza radiowego.
4. System komórkowy GSM, architektura, podstawowe parametry i rodzaje usług.
5. Filtry cyfrowe o skończonej i o nieskończonej odpowiedzi impulsowej.
6. Zasada działania i rodzaje sztucznych sieci neuronowych.
7. Przedstaw zasadę pracy systemów echolokacyjnych i zdefiniuj ich podstawowe parametry eksploatacyjne.
8. Omów budowę, właściwości i zastosowania wielowiązkowych systemów echolokacyjnych.

## **Pytania dla Systemów Wbudowanych Czasu Rzeczywistego**

---

1. Wymień 3 główne typy silników krokowych i scharakteryzuj jeden z nich.
2. Wymień i scharakteryzuj elementy urządzenia wykonawczego.
3. Opisz cechy szczególne wyróżniające procesory sygnałowe.
4. Opisz typy systemów czasu rzeczywistego.
5. Wyjaśnij pojęcie systemu wbudowanego (ang. embedded system).
6. Narażenia zagrażające aparaturze z komputerami wbudowanymi - rodzaje, główne źródła, sposoby przeciwdziałania.
7. Zasady rozprowadzania zasilania obwodów w aparaturze z komputerami wbudowanymi - odsprężanie, filtracja zakłóceń.

8. Automatyczne regulacje w układach z otoczenia komputerów wbudowanych - rodzaje, cele stosowania, sposoby realizacji.
9. Funkcje elementów systemu operacyjnego Linux dla systemu wbudowanego: toolchain, bootloader, jądro, system plików.
10. Opisz metody pomiarowe stosowane w radarze meteorologicznym.