

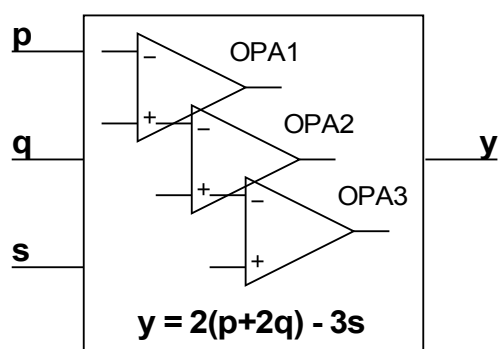
„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2009/2010
 Zadania dla grupy elektroniczno-telekomunikacyjnej na zawody II. stopnia

Zadanie 1.

Wykorzystując co najwyżej 3 idealne wzmacniacze operacyjne zaprojektuj i narysuj schemat ideowy analogowego układu realizującego funkcję:

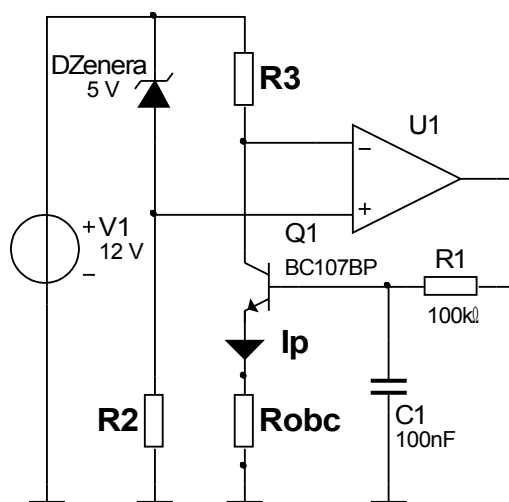
$$y = 2(p+2q) - 3s,$$

gdzie y to sygnał wyjściowy natomiast p , q i s to sygnały wejściowe. Do projektowania, oprócz wzmacniaczy należy wykorzystać rezystory o wartości R lub ich wielokrotności lub podwielokrotności np. R , $5R$, $0.3R$ itp.



Zadanie 2.

Zaprojektuj (wyznacz wartości elementów) źródła prądowego o stałym prądzie wyjściowym $I_p = 5\text{mA}$. Oblicz w jakim zakresie zmian rezystancji obciążenia R_{obc} źródła będzie ono pracować poprawnie zakładając, że napięcie nasycenia tranzystora $Q1$ – U_{cesat} wynosi $0,3\text{V}$. Wpływ prądu bazy tranzystora $Q1$ można pominąć.

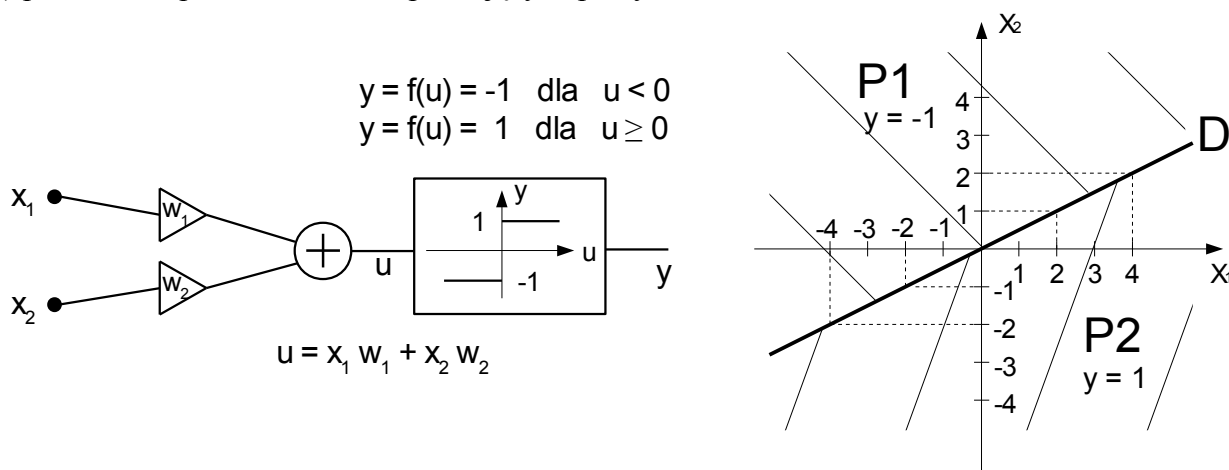


Zadanie 3.

Przedstawiony na rysunku sztuczny neuron, składający się ze wzmacniaczy, sumatora i funkcji $f(u)$, dzieli układ współrzędnych X_1, X_2 na dwie półpłaszczyzny w ten sposób, że dla półpłaszczyzny P1 czyli dla wszystkich par liczb (x_1, x_2) leżących powyżej prostej podziału D, na wyjściu neuronu otrzymujemy wartość $y = -1$, natomiast dla półpłaszczyzny P2 czyli dla wszystkich par liczb (x_1, x_2) leżących poniżej prostej podziału D na wyjściu neuronu otrzymujemy wartość $y = 1$.

W zadaniu należy:

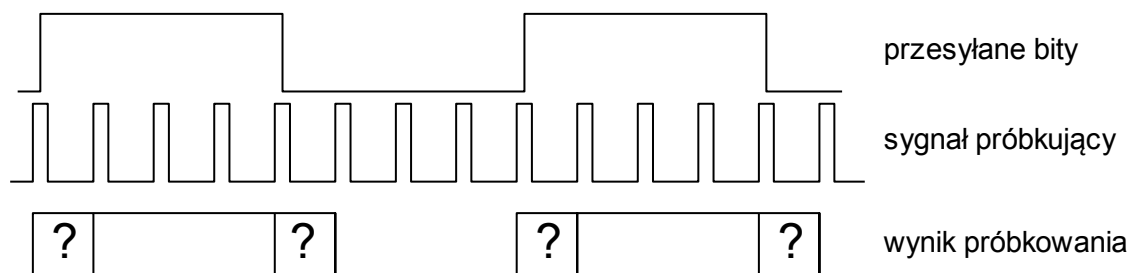
- obliczyć jaki powinien być stosunek współczynników wagowych w_1 i w_2 , aby prosta D rozdzielająca półpłaszczyzny była taka jak na rysunku,
- obliczyć dla jakich wartości współczynników w_1 i w_2 , na wyjściu neuronu otrzymujemy wartość $y = -1$ dla półpłaszczyzny P1 i $y = 1$ dla półpłaszczyzny P2 — tak jak pokazano na rysunku,
- podać kilka par liczb w_1 i w_2 spełniających powyższe zadanie.



Zadanie 4.

W układach szeregowej transmisji danych binarnych np. w magistralach RS-232 do odebrania każdego pojedynczego bitu danych stosuje się w odbiorniku magistrali próbkowanie o wielokrotnie większej częstotliwości od częstotliwości transmisji bitów, tak jak pokazano na rysunku. Głównym tego powodem jest problem z jednoznacznym określeniem wartości przesyłanego bitu w przypadku gdy z powodu niekorzystnie dobranej chwili rozpoczęcia pracy odbiornika, próbkowanie przesyłanych danych następuje w chwili zmiany wartości przesyłanego bitu np. z “0” na “1” lub krótko przed tą chwilą, tak jak pokazano na rysunku. Sytuacja taka zdarza się dlatego, że w standardzie RS-232 i innych podobnych zakłada się, że odbiornik magistrali nie dostaje od nadajnika żadnej informacji, pomagającej mu w doborze odpowiedniej chwili rozpoczęcia próbkowania (tzw. praca asynchroniczna).

Należy podać i uzasadnić minimalny stosunek f_s/f_p , gdzie f_s to częstotliwość próbkowania bitów, a f_p to częstotliwość transmisji bitów, dla którego można jednoznacznie określić wartości przesyłanych bitów dla dowolnie wybranej początkowej chwili próbkowania. Należy także opisać najprostszy sposób na wyznaczanie wartości przesyłanego w danej chwili bitu na podstawie ciągu o długości N otrzymanych nadmiarowych próbek.



? - wartość przypadkowa 0 lub 1

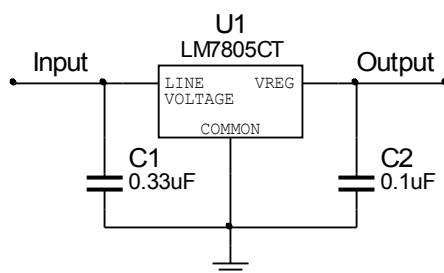
Zadanie 5.

Przy projektowaniu obwodów drukowanych końcówki zasilające każdego układu cyfrowego (bramki, przerzutnika, mikroprocesora i innego układu scalonego) powinno się bocznikować (między zasilaniem, a masą) kondensatorami o wartości najczęściej 100nF. Proszę wyjaśnić jakim zjawiskiem taka potrzeba jest spowodowana i w miarę dokładnie opisać mechanizm powstawania szkodliwych efektów powstających w przypadku gdy tych kondensatorów się nie zastosuje.

Zadanie 6.

Rysunek przedstawia schemat aplikacyjny stabilizatora napięcia popularnej serii 78xx trzykońcówkowych stabilizatorów ciągłych napięć dodatnich. Na wejście (Input) jest podawane niestabilizowane napięcie $U_I = +12V$. Na wyjściu (Output) stabilizatora 7805 jest stabilizowane napięcie $U_O = +5V$. W parametrach dopuszczalnych stabilizatora podano, że maksymalna temperatura złącza $T_{jmax} = +150^\circ C$ oraz, że moc rozpraszana jest wewnętrznie ograniczona, co w praktyce oznacza, że przy $T_J = T_{jmax}$ stabilizator wyłącza się. Dla obudowy TO-220 stabilizatora producent podaje wartości rezystancji termicznych złącze-obudowa $R_{thJC} = 4^\circ C/W$ i obudowa-otoczenie $R_{thCA} = 50^\circ C/W$.

Przy jakiej wartości prądu obciążenia I_{Omax} wyłączy się stabilizator, jeżeli temperatura otoczenia $T_A = +35^\circ C$ i stabilizator jest bez radiatora? Jaką temperaturę T_C będzie miała wtedy obudowa stabilizatora?



Opracowali:

dr hab. inż. Andrzej Olencki

dr inż. Jan Szmytkiewicz

dr inż. Krzysztof Urbański

dr inż. Jarosław Majewski

Sprawdził:

dr inż. Jarosław Majewski

Zatwierdził:

Przewodniczący

Rady Naukowej Olimpiady

dr hab. inż. Andrzej Borys

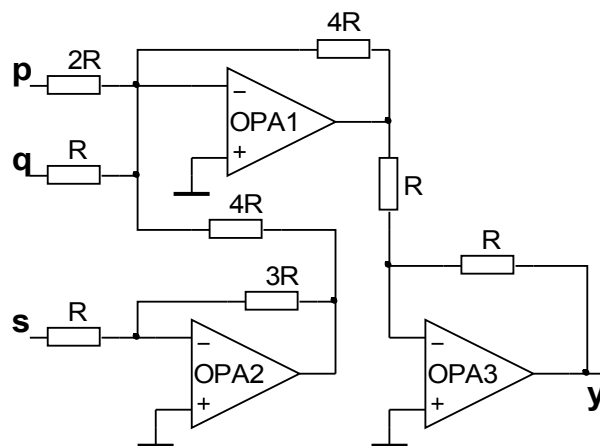
„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2009/2010

Rozwiązania do zadań dla grupy elektroniczno-telekomunikacyjnej na zawody II. stopnia

Rozwiązanie zadania 1.

Odp.:

Przykładowe rozwiązanie układu analogowego realizującego funkcję $y = 2(p + 2q) - 3s$ jest następujące:



Rozwiązanie zadania 2.

Dioda DZenera 5V powinna być spolaryzowana prądem zapewniającym jej poprawną pracę poza „kolanem” charakterystyki. Przyjęcie prądu diody I_d w zakresie od 1mA do 7mA jest rozsądnym założeniem. Wartość rezystora R_2 można wyliczyć ze wzoru: $R_2 = (U_{v1} - U_{zenera})/I_d$. Czyli $R_2 = (12V - 5V)/1mA = 7k\Omega$ lub $R_2 = (12V - 5V)/7mA = 1k\Omega$. Prąd I_p źródła prądowego płynący przez rezystor obciążenia R_{obc} płynie jednocześnie przez rezystor R_3 jeśli pominąć prąd bazy tranzystora i prądy polaryzacji wzmacniacza operacyjnego. W stanie równowagi zapewnianym przez wzmacniacz operacyjny spadek napięcia na rezystorze R_3 musi być równy spadkowi na diodzie DZenera czyli: $R_3 = U_{zenera}/I_p$ stąd $R_3 = 5V/5mA = 1k\Omega$. To, że źródło prądowe będzie poprawnie pracować dla $R_{obc} = 0$ (zwarcie) jest oczywiste, natomiast największa wartość rezystancji obciążenia wynika z wartości napięcia zasilania oraz ze spadków napięć na rezystorze R_3 , napięcia między kolektorem a emiterem tranzystora Q1 i rezystorze R_{obc} , stąd:

$$R_{obc} = (U_{v1} - U_{zenera} - U_{cesat})/I_p = (12V - 5V - 0,3V)/5mA = 6,7V/5mA = 1,34k\Omega.$$

Odp.:

Poprawne wartości rezystancji to R_2 równe od $1k\Omega$ do $7k\Omega$ oraz $R_3 = 1k\Omega$.

Zakres zmian rezystancji R_{obc} jest od 0Ω do $1,34k\Omega$.

Rozwiązanie zadania 3.

a) Analizując przebieg funkcji $y = f(u)$ (tzw. funkcji aktywacji neuronu) należy zauważyć, że prosta D podziału płaszczyzny X_1, X_2 spełnia równanie $u = 0$. Biorąc pod uwagę podaną zależność $u = x_1 w_1 + x_2 w_2$ należy napisać równanie $0 = x_1 w_1 + x_2 w_2$. Ponieważ poszukiwana jest wartość stosunku niewiadomych w_1 i w_2 wystarczy przekształcić powstałe równanie do postaci: $x_2 w_2 = -x_1 w_1$ co daje:

$$w_2/w_1 = -x_1/x_2.$$

Współrzędne (x_1, x_2) wybranego punktu płaszczyzny spełniające równanie prostej D odczytuje się z rysunku (np. $(4, 2)$). Ostatecznie, po podstawieniu współrzędnych otrzymuje się:

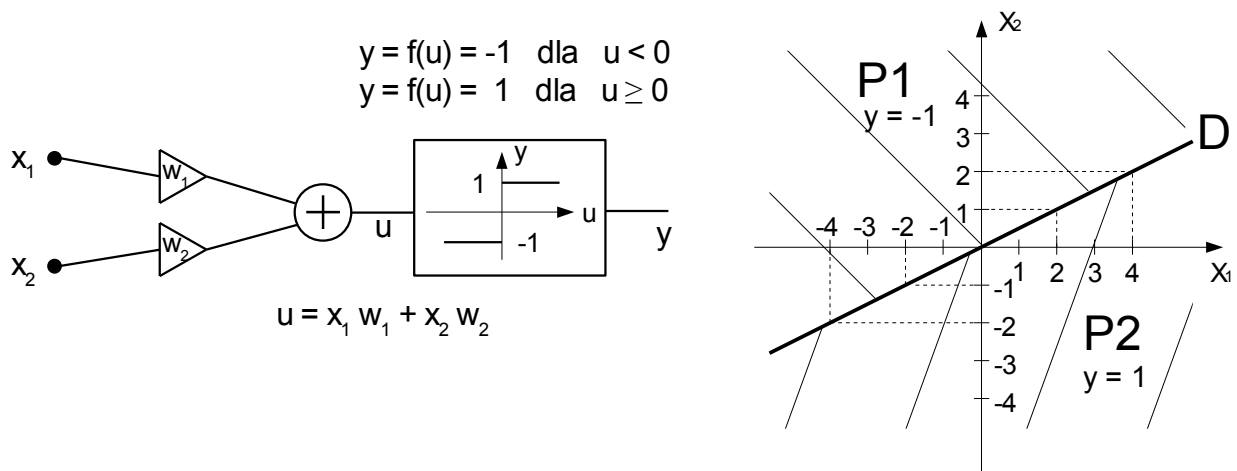
$$w_2/w_1 = -2.$$

b) Wystarczy sprawdzić dla jakich wartości współczynników w_1 i w_2 , na wyjściu neuronu otrzymuje się wartość $y = -1$ dla półpłaszczyzny P1. Analizując przebieg funkcji aktywacji $y = f(u)$ można łatwo zauważyć, że półpłaszczyzna P1, dla której $y = -1$ spełnia nierówność $u < 0$ co prowadzi do wyrażenia $x_1 w_1 + x_2 w_2 < 0$. Podstawiając do tego wynik uzyskany w punkcie a) otrzymuje się nierówność $x_1 w_1 - 2 x_2 w_1 < 0$. Chcąc doprowadzić ją do prostszej postaci typu $x_2 > f(x_1)$ jednoznacznie opisującą górną półpłaszczyznę należy podzielić ją obustronnie przez $2w_1$:

$$\begin{aligned} 2 x_2 w_1 &> w_1 x_1 \quad | : 2w_1, \\ x_2 &> x_1/2. \end{aligned}$$

Po to by zachować znak większości należy przyjąć założenie, że $w_1 > 0$, co jest jednocześnie odpowiedzią na zadany problem. Biorąc pod uwagę zależność $w_2/w_1 = -2$ łatwo wyznaczyć, że $w_2 < 0$. Analiza problemu z punktu widzenia półpłaszczyzny P2 daje identyczne rozwiązanie.

c) Z uwagi na nietypowy charakter zadania dopuszcza się aby zagadnienie to było rozwiązane metodą doświadczalną. Przy odpowiednim uzasadnieniu podanej odpowiedzi sugeruje się aby ocenić to zagadnienie na 40% punktacji przewidzianej na całe zadanie. Wygodniej jest posłużyć się jednak otrzymanymi w punkcie a) i b) wzorami, z których wynika, że przykładowe pary liczb (w_1, w_2) spełniające zadanie to: $(1, -2), (2, -4), (3, -6), (4, 5; -9)$.



Odp.:

a) $w_2/w_1 = -2$

b) $w_1 > 0, w_2 < 0$

c) przykładowe pary liczb (w_1, w_2) spełniające zadanie to: $(1, -2), (2, -4), (3, -6), (4, 5; -9)$.

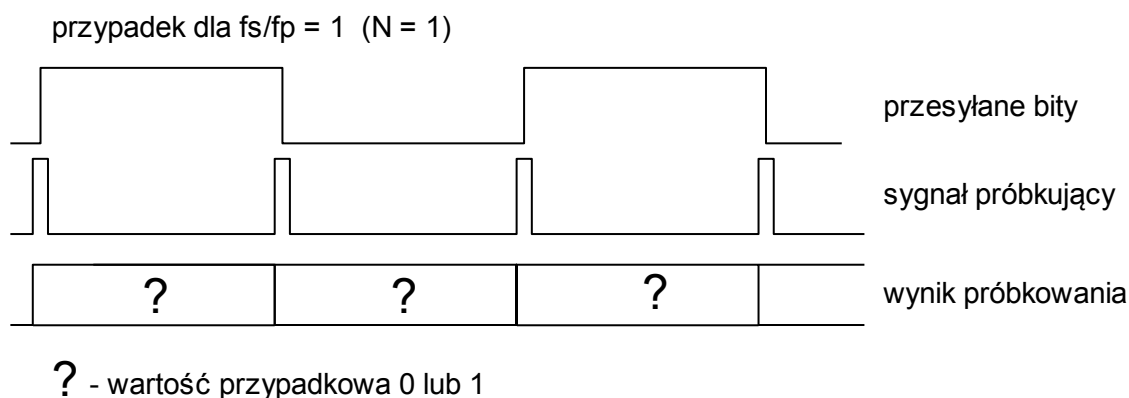
Rozwiązanie zadania 4.

Najlepiej rozpocząć od wybrania sposobu obliczania wartości przesyłanego bitu na podstawie ciągu N próbek. Poprawnych możliwości może być kilka natomiast najprostszą i stosunkowo skuteczną jest metoda obliczania wartości średniej z otrzymanego ciągu N próbek (inne rozwiązania powinny być ocenione niżej o ile będą odpowiednio uzasadnione). Przy takim założeniu jest stosunkowo łatwo (nawet intuicyjnie) określić minimalny stosunek f_s/f_p , dla którego można jednoznacznie określić wartości przesyłanych bitów. Ten stosunek wynosi $f_s/f_p = 3$.

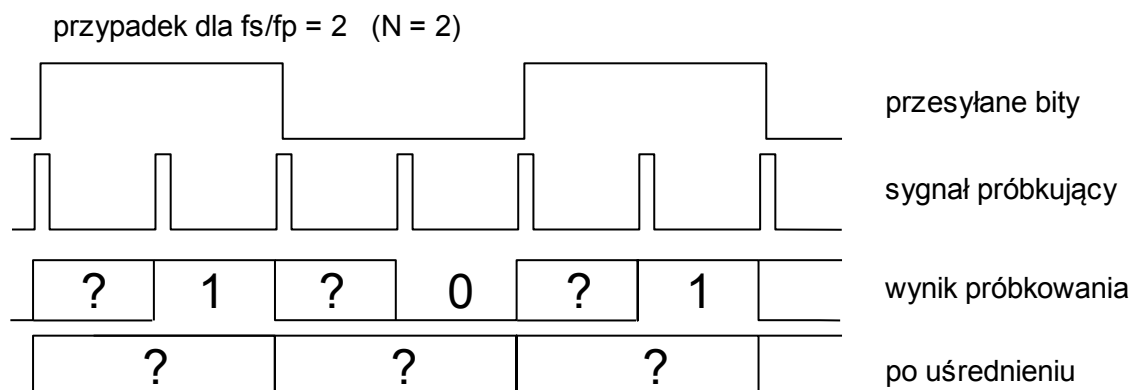
Uzasadnienie:

Do rozwiązania można dojść metodą analizy kolejnych wartości f_s/f_p przy założeniu najgorszego przypadku tzn., gdy próbkowanie rozpoczyna się krótko przed zboczem przesyłanego sygnału.

Dla $f_s/f_p = 1$ otrzymujemy na wyjściu ciąg bitów, wszystkich o wartości przypadkowej. Taka sytuacja jest spowodowana tym, że w krótkim czasie próbkowania nie można spodziewać się ustalenia na wyjściu układu próbkującego jednoznacznego stanu gdyż już na jego wejściu stan jest niejednoznaczny (następuje zmiana wartości przesyłanego bitu). Ponieważ jest tylko jedno próbkowanie na bit więc przez cały czas trwania każdego bitu pojawia się na wyjściu nieokreślona wartość, jak pokazano na poniższym rysunku.

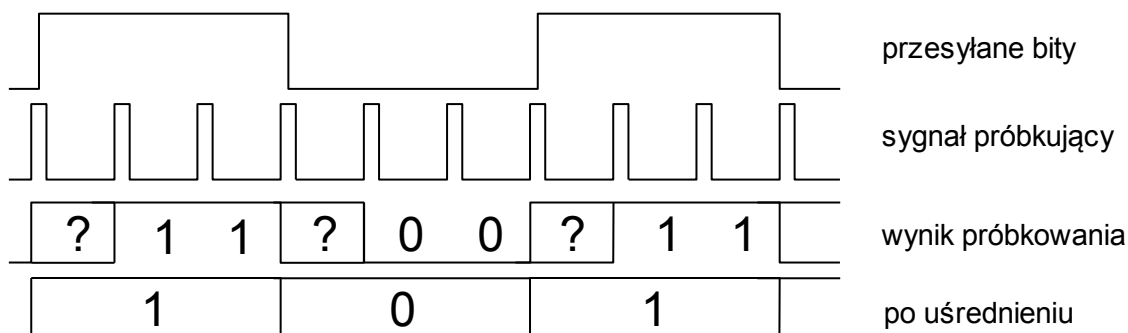


Dla $f_s/f_p = 2$ otrzymujemy na wyjściu co najmniej jedną ustaloną i jednoznaczną wartość próbki na przesyłany bit. Nie wystarcza to jednak do określenia jednoznacznej wartości bitu po operacji uśredniania.



Dla $f_s/f_p = 3$ otrzymujemy na wyjściu co najmniej dwie ustalone i jednoznaczne wartości próbek na przesyłany bit. Dwie jednakowe i jednoznaczne wartości na trzy poddane uśrednieniu przy założeniu progu detekcji 0,5 wystarczą w zupełności do jednoznacznego określenia wartości przesyłanego bitu. Z punktu widzenia treści zadania dalsza analiza nie ma znaczenia gdyż znaleziono wartość minimalną f_s/f_p równą 3.

przypadek dla $f_s/f_p = 3$ ($N = 3$)



Odp.:

Minimalny stosunek $f_s/f_p = 3$.

Najprostszą i stosunkowo skuteczną metodą jest obliczanie wartości średniej z otrzymanego ciągu N próbek.

Rozwiązanie zadania 5.

Odp.: Na końcówkach zasilających układów cyfrowych pojawiają się impulsowe spadki napięć stanowiące potencjalne zakłócenia dla innych układów zmontowanych na tym samym obwodzie drukowanym. Pojemności podłączone równolegle do zasilania każdego układu scalonego wraz z rezystancjami ścieżek zasilania stanowią dolnoprzepustowe filtry RC redukujące te zakłócenia.

Wyjaśnienie mechanizmu powstawania zakłóceń

W układach cyfrowych czyli w klasie układów przełączających występują w trakcie pracy impulsowe zmiany prądów pobieranych ze źródła zasilania. Przykładowo w układach CMOS prąd z zasilania pobierany jest w momencie zmiany stanu napięcia na wyjściu układu. Takie impulsowe zmiany prądu zasilania powodują proporcjonalne impulsowe zmiany napięcia na końcówkach zasilania układów. Wynika to z tego, że w fizycznych obwodach rezystancja ścieżek (w tym ścieżek zasilania) nie jest zerowa (zazwyczaj rzędu dziesiątek lub setek $m\Omega$) i przepływający przez nie prąd impulsowy powoduje impulsowe spadki napięć na ich końcach. W najlepszym przypadku, gdy do każdego układu będą poprowadzone osobne ścieżki (tzw. układ gwiazdy) od zasilacza o niskiej rezystancji wewnętrznej, fakt ten nie będzie miał większego znaczenia na pracę układu. Jeżeli jednak ścieżki do zasilania układów scalonych będą poprowadzone nie bezpośrednio od zasilacza ale od końcówek zasilania innego układu, impulsowe spadki napięcia na tych końcówkach będą stanowiły zakłócenia dla pozostałych układów na tyle duże, że nierzadko będą powodowały nieprzewidywalne efekty.

Rozwiązanie zadania 6.

$$T_J = T_A + (R_{thJC} + R_{thCA}) \cdot P$$

$$P = (U_I - U_O) \cdot I_O$$

$$I_{Omax} = (T_{jmax} - T_A) / [(R_{thJC} + R_{thCA})(U_I - U_O)]$$

$$I_{Omax} = (150^\circ C - 35^\circ C) / [(4^\circ C/W + 50^\circ C/W)(12V - 5V)] = 0,304A$$

$$T_C = T_{jmax} - R_{thJC} \cdot P = 150^\circ C - 4^\circ C/W \cdot (12V - 5V) \cdot 0,304A = +141^\circ C$$

lub

$$T_C = T_A + R_{thCA} \cdot P = +35^\circ C + 50^\circ C/W \cdot (12V - 5V) \cdot 0,304A = +141^\circ C$$

Odp.: Stabilizator wyłączy się przy prądzie obciążenia $I_O = 0,304A$. Temperatura obudowy będzie wtedy równa $T_C = +141^\circ C$.