

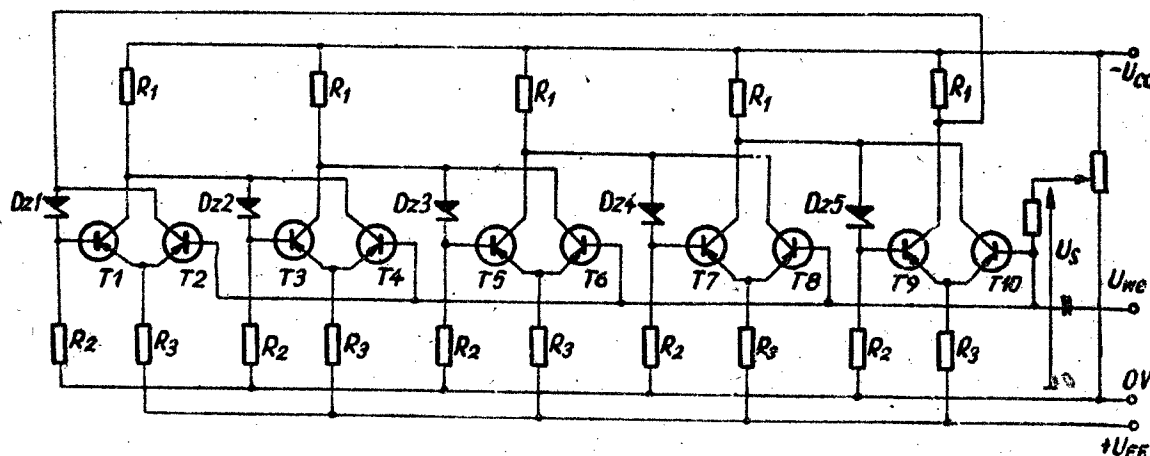
PIERŚCIENIOWY UKŁAD LICZĄCY O DUŻEJ CZĘSTOTLIWOŚCI
GRANICZNEJ

KD: 681.325.5

Przedstawiono zasadę działania pierścieniowego układu liczącego do pięciu o galwanicznych sprzężeniach między stopniami. Wysoką częstotliwość graniczną uzyskano głównie dzięki zastosowaniu sprzężeń między stopniami przez diody Zenera i takiemu dobraniu warunków pracy, aby tranzystory nie były wprowadzane w nasycenie. Pracując przy stosunkowo znacznym obciążeniu prądowym, a przez to przy małych opornościach uzyskano częstotliwości graniczne rzędu 100 MHz.

1. Zasada działania

Schemat pierścieniowego układu liczącego do pięciu pierścieniowej piątki liczącej przedstawiony jest na rysunku 1.



Rys.1. Pierścieniowa piątka licząca

Składa się ona z pięciu identycznych, sprzężonych ze sobą galwanicznie, układów tranzystorowych. Każdy układ zawiera dwa tranzystory /parzysty i nieparzysty/ połączone ze sobą emiterami. Bazy tranzystorów parzy-

stych połączone są razem stanowiąc wejście układu, do którego doprowadza się sygnał zmienny. Bazy tranzystorów nieparzystych poprzez diody Zenera łączą się z połączonymi ze sobą kolektorami tranzystora parzystego danego stopnia i tranzystora nieparzystego stopnia poprzedniego. Tak więc przez opór kolektorowy tranzystora nieparzystego danego stopnia płynie prąd będący w ogólnym przypadku sumą prądów płynących przez tranzystor nieparzysty danego stopnia, tranzystor parzysty stopnia następnego i diodę Zenera sprzęgającą ze sobą kolektory wyżej wymienionych tranzystorów z bazą tranzystora nieparzystego następnego stopnia.

Ponieważ każdy z tranzystorów ma dwa stany pracy, tzn. jest albo zatkany, albo przewodzący, bazy tranzystorów nieparzystych mogą przyjmować trzy wartości potencjałów zależnie od stanu pracy tranzystorów, których kolektory są zwarte z anodami odpowiednich diod Zenera.

1. W przypadku zatkania obu tranzystorów spadek napięcia na oporze kolektorowym tranzystora nieparzystego danego stopnia jest najmniejszy, czyli potencjał bazy tranzystora nieparzystego co do wartości bezwzględnej jest największy. W dalszym ciągu oznaczać go będziemy przez U_B' .

2. W przypadku przewodzenia obu tranzystorów na oporze kolektorowym powstaje największy możliwy spadek napięcia, a więc na bazie tranzystora nieparzystego następnego stopnia potencjał jest najmniejszy. Oznaczamy go przez U_B'' .

3. Przypadek pośredni dający trzecią z możliwych wartości potencjału na bazie tranzystora nieparzystego następnego stopnia, tj. U_B''' , występuje, gdy tranzystor parzysty jest przewodzący, a tranzystor nieparzysty jest zatkany.

W prawidłowo pracującej piątce liczącej, na bazach tranzystorów nieparzystych występują: dwa potencjały wysokie, dwa niskie i jeden pośredni /co do wartości bezwzględnej/. Taki układ potencjałów jest możliwy do uzyskania jedynie w pewnym przedziale wartości napięcia, na bazach tranzystorów parzystych, określającego punkt pracy pierścieniowej piątki liczącej, który dobiera się przy pomocy potencjometru P.

Potencjał ten nie może być większy niż $|U_B' - U_{EB}|$, ponieważ w przypadku przekroczenia tej wartości potencjału zaczęłyby przewodzić wszy-

stkie tranzystory parzyste, a jednocześnie nie może być mniejszy niż U_D'' gdyż wówczas zaczęłyby przewodzić wszystkie tranzystory nieparzyste.

Poza tym wokół środka wyżej określonego przedziału wartości napięcia określającego punkt pracy układu, tj. w okolicy napięcia U_B''' występuje strefa o szerokości około 0,3 V, w której układ zachowuje się jak multivibrator.

2. Praca układu jako przelicznika

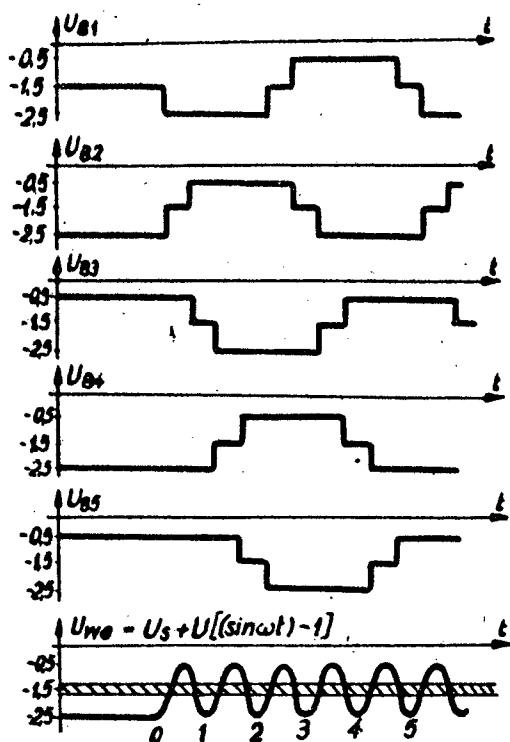
Aby utrzymać prawidłową pracę piątki jako układu zliczającego punkt pracy należy wybrać w strefie, w której układ zachowuje się stabilnie, a przebieg doprowadzony do wejścia układu powinien posiadać:

1. Amplitudę, która z jednej strony powinna zapewnić przechodzenie dynamicznego punktu pracy przez strefę generacji, z drugiej zaś nie dopuścić do wyjścia dynamicznego punktu pracy poza /omówione w części 1/ wartości graniczne napięcia na wejściu układu.

2. Czas narastania zapewniający dostatecznie szybkie przechodzenie dynamicznego punktu pracy przez strefę generacji dla zapobieżenia powstawania w układzie oscylacji własnych.

W przypadku pierścieniowej piątki liczącej pracującej w czasomierzu TSL-13 statyczny punkt pracy wybrano $U_S = -2V$, a do wejścia układu doprowadzono napięcie w przybliżeniu sinusoidalne o amplitudzie rzędu 0,5V w taki sposób, że napięcie na wejściu układu można było zapisać jako $U_{we} = U_S + U / \sin \omega t / -1$. Zmiany potencjałów na bazach poszczególnych tranzystorów nieparzystych w funkcji kolejnych przejść sygnału wejściowego przez strefę generacji pokazano na rysunku 2. Jak widać z tego rysunku, po jednym okresie zmian napięcia wejściowego wyróżniony potencjał $U_b''' = -1,5 V$ przesuwa się o dwa stopnie w układzie, np. z bazy tranzystora T_1 na bazę tranzystora T_5 , a sytuacja na bazie danego tranzystora nieparzystego powtarza się po każdych pięciu okresach napięcia wejściowego.

1/ dla której charakterystyczne wartości napięć występujących na bazach tranzystorów nieparzystych były $U_b' = -2,5 V$, $U_b'' = -0,5 V$, $U_b''' = -1,5 V$, a oscylacje własne występowały w strefie napięć $-1,35 < U_S < -1,65$.



Rys.2. Przebiegi napięć na bazach poszczególnych tranzystorów nieparzystych w funkcji kolejnych przejść sygnału wejściowego przez strażę generacji

3. Otrzymane wyniki

Wszystkie dotychczas zaprojektowane i wykonane układy nie sprawiły żadnego kłopotu swym zachowaniem w warunkach statycznych. Prawidłowe ich działanie jako układów zliczających uzyskano w przypadku doprowadzenia do wejścia przebiegów spełniających warunki omówione w punkcie 2.

W wykonanym w Katedrze Urządzeń Radiotechnicznych i Telewizyjnych PW w r.1966 czasomierzu liczącym model TSL-13 zastosowano pierścieniową piątkę liczącą, do projektowania której przyjęto następujące dane wyjściowe:

1. Napięcia zasilania: $U_a = 12 \text{ V}$; $U_{EE} + = 6 \text{ V}$,
2. Tranzystory ASZ-21 / $\beta = 50$; $U_{EB} = 0,28 \text{ V}$,
3. Diody Zenera OAS-126 / $U_d = 6,1 \text{ V}$,
4. Charakterystyczne wartości napięć na bazach tranzystorów nieparzystych: $U_b^I = -2,5 \text{ V}$; $U_b^{III} = -1,5 \text{ V}$; $U_b^{II} = -0,5 \text{ V}$,
5. Otrzymane wartości oporności wynosiły: $R_1 = 295 \Omega$; $R_2 = 220 \Omega$; $R_3 = 975 \Omega$,
6. Częstotliwość graniczna układu $\sim 65 \text{ MHz}$.