

Tektronix 7D 11 - Jednotka číslicového zpoždění

Údržba

Popis funkce

VLASTNOSTI JEDNOTKY 7 D 11

Zásuvná jednotka číslicového zpoždění 7 D 11 je určena pro použití se základními osciloskopy Tektronix řady 7000, vybavenými systémem číslicové indikace. Jednotka 7 D 11 využívá číslicové indikace k zobrazení zvoleného zpoždění na stínítku obrazovky. Zpožděný výstupní spouštěcí signál se vytváří čítáním času nebo jevů. Doba číslicového zpoždění do 1 sekundy se zobrazuje po krocích 100 ns. Další nastavení a odečítání doby zpoždění od 0 do 100 ns je možné analogově na kalibrované stupnici na čelním panelu. Režim "ozvěny" dělí dobu zpoždění dvěma a umožňuje odečítat dobu přenosu jedním směrem až do 2 s, což je vhodné pro použití v radarové technice. Přesnost zpoždění je řízena vestavěným krystalovým oscilátorem; větší přesnosti lze dosáhnout při použití externího normálu 1 MHz. V režimu počítání jevů se na obrazovce udává celkový počet sledovaných jevů od 1 do 10^7 při rychlosti čítání až 50 MHz.

Jednotky 7 D 11 lze užít ke zpoždování časové základny řady 7B v režimu spouštění po nastaveném zpoždění ~~nebo v režimu spouštění po nastaveném zpoždění~~ nebo v režimu blokování spouštění časové základny po nastavený časový interval. Jednotka 7 D 11 má dále možnost zobrazení zpoždovacího intervalu na stínítku obrazovky vertikálním signálem nebo ztemněním zobrazení, snímání spouštěcích impulsů z jednotky vertikálního zesilovače a vypuštění nul na dvou prvních místech (pouze při režimu čítání času).

ÚVODNÍ ÚDAJE

Instalace

Jednotka 7 D 11 je konstruována pro provoz v kterémkoliv zásuvném oddělení základních osciloskopů Tektronix řady 7000. Určité provozní režimy však vyžadují instalaci jednotky 7 D 11 v určitém oddělení. Pro spouštění signálem, přivedeným na jednotku vertikálního zesilovače musí být jednotka provozována v horizontálním oddělení. Pro řízení zpoždění časové základny v horizontálním oddělení B musí být jednotka umístěna v horizontálním oddělení A. Provoz ve vertikálním oddělení je nezbytný pro sledo-

vání základny zpoždovacího intervalu bez použití externích kabelů.

Při instalaci jednotky 7 D 11 do zásuvného oddělení, zatlačte jednotku do rámu, tak, aby pevně dosedala na čelní panel rámu.

Zobrazení

Číslicová indikace z jednotky 7 D 11 se zobrazuje na stínítku obrazovky základního osciloskopu spolu s informacemi z ostatních zásuvných jednotek. Doba číslicového zpoždění (v ms) se uvádí na 5 až 8 míst. Znak + na pravé straně číslicového zobrazení upozorňuje obsluhu na nutnost přičíst k zobrazovanému zpoždění i zpoždění zavedené analogově na stupnici knoflíku FINE DELAY (zpoždění jemně) v ns. Množství načítaných jevů se uvádí na 7 až 8 míst.

Číslicový údaj z jednotky 7 D 11 se na obrazovce objevuje v místě odpovídajícím použitému zásuvnému oddělení. Doba zpoždění nebo počet jevů se zobrazí v horní části rastru obrazovky. Jednotky v nichž se zpoždění udává (ms) se zobrazí v dolní části rastru. Pro sledování číslicových údajů není nutno volit jednotku 7 D 11 přepínači vertikálního nebo horizontálního režimu na základním osciloskopu. Aby bylo možno sledovat průběh základny zpoždovacího intervalu, je třeba nastavit vhodnou polohu přepínačem vertikálního režimu.

OVLÁDACÍ PRVKY A KONEKTORY

Hlavní ovládací prvky a konektory pro provoz 7 D 11 jsou umístěny na čelním panelu jednotky. Dva ovládací prvky pro pomocné funkce umístěné uvnitř jednotky jsou popsány v části úvodních informací o činnosti přístroje. Ovládací prvky a konektory na čelním panelu jsou označeny v obr. 1-2 a jejich funkce je následující:

Obr. 1-2 Ovládací prvky a konektory na čelním panelu jednotky 7 D 11.

- 1 COUNT MODE (režim čítání) - přepínač
Volí provozní režim a zdroj hodinového signálu pro režim čítání času
- 2 B SWEEP DELAY MODE (režim B zpoždění časové základny) -
- přepínač. Volí logiku režimu zpoždění pro jednotku časové základny v horizontálním oddělení B základního osciloskopu
- 3 TRIGGER SLOPE/LEVEL (sklon a úroveň spouštěcího signálu) -
- ovládací prvky. Volí smysl a amplitudu vstupního signálu, při nichž začíná interval zpoždění.
- 4 TRIG'D (Spuštění) - kontrolka
Rozsvěcí se při spuštění časové základny
- 5 COUPLING (vazba) - přepínač
Volí způsob připojení vstupního signálu na spouštěcí obvod
- 6 SOURCE (zdroj) - přepínač
Volí zdroj spouštěcího signálu
- 7 EVENTS START TRIGGER SLOPE/LEVEL (smysl a úroveň spouštěcího signálu při čítání jevů) - ovládací prvky
- 8 DELAY TIME OR EVENTS (délka zpoždění nebo počet čítaných jevů)
- ovládací prvky
Volí délku zpoždění nebo počet čítaných jevů. Smysl otáčení určuje zvýšení nebo snížení zpoždění nebo počtu jevů.
- 9 RESET (Nulování)
Vrací DELAY TIME nebo EVENTS na hodnotu 000 0001
- 10 FINE DELAY (ns) (zpoždění jemné v ns) - knoflík se stupnicí
Volí analogové zpoždění přičítané k číslicovému zpoždění, volenému ovládacím prvkem DELAY TIME OR EVENTS.
- 11 DLY'D TRIG OUT (Výstup zpožděného spouštěcího impulsu)
Konektor BNC pro výstup zpožděného spouštěcího signálu.
- 12 EXT 1 MHz IN nebo EVENTS START TRIG IN (Vstup externího signálu 1 MHz nebo vstup spouštěcího signálu pro spouštění jevů).
- 13 DLY INTERVAL OUT (Výstup intervalu zpoždění) Konektor BNC
pro výstupní signál intervalu zpoždění
- 14 EXT TRIG IN (vstup vnějšího spouštění)
Konektor BNC pro externí vstup na spouštěcí obvod (zvolený externími polohami přepínače SOURCE).

VŠEOBECNÝ POPIS FUNKCE

Připojení signálu

Obecně lze říci, že sondy představují nejvhodnější prostředek připojení signálů ke vstupům pro externí spouštění jednotky 7 D 11. Sondy Tektronix jsou chráněny stíněním proti snímání elektrostatického rušení. Sonda s desetinásobným zeslabením (10 x) skýtá vysokou vstupní impedanci a umožňuje, aby měřený obvod pracoval v podmínkách blízkých se normálnímu provozu. Sonda 10 x rovněž vstupní signál desetinásobně zeslabuje.

Sondy Tektronix jsou konstruovány pro sledování zdroje signálu při minimálním zatížení jeho obvodů. Použití sondy však omezí kmitočtový rozsah spouštění. Aby se při použití sond dosáhlo nejvyšší šířky pásma spouštění, zvolte sondu s možností kompenzace vstupní kapacity; dodržujte podmínky pro zemnění, uvedené v příručce pro danou sondu. Adaptéry sonda-konektor a hrot zemněný bajonetovým uzávěrem skýtají nejlepší kmitočtovou charakteristiku.

Při použití na vysokých kmitočtech, kdy se požaduje maximální celková šířka pásma, použijte koaxiálního kabelu zakončeného na obou koncích charakteristickou impedancí kabelu. Aby se zachovala vysokofrekvenční charakteristika připojeného signálu, použijte kvalitního nízkoztrátového kabelu. Má-li připojený signál vhodnou amplitudu, lze k omezení odrazů na minimum použít odporových koaxiálních zeslabovačů.

Signály o nízkém kmitočtu a vysoké úrovni lze ke vstupům pro externí spouštění připojit přímo krátkými nestíněnými vodiči. Při použití tohoto způsobu vytvořte mezi 7 D 11 a připojeným zařízením společnou zem. Společná zem tvořená síťovými šňůrami je zpravidla nedostačující. Je-li při použití nestíněných vodičů rušení příliš velké, použijte koaxiální kabel nebo sondu.

Signál lze na jednotku 7 D 11 přivést rovněž prostřednictvím jednotky zesilovače přes vnitřní spouštěcí obvody základního osciloskopu (při jednotce 7 D 11 instalované v horizontálním oddělení). Tento způsob připojení signálu snižuje zatížení měřené obvodu na minimum, zvláště při spouštění jednotky časově základny paralelně s jednotkou 7 D 11.

Poznámka: Při použití vstupu EVENTS START TRIGGER lze použít pouze externích signálů.

Výstupní signály, vyvedené na čelní panel DLYD TRIG OUT a DLY INTERVAL OUT, se k jinému zařízení připojují kaaxiálními kabely o impedanci 50 ohmů. Aby se zachovala náběžná a závěrná hrana těchto signálů, je třeba tyto kabely zakončit rovněž impedancí 50 ohmů.

Režim čítání

Obecně: Jednotka 7 D 11 má dva základní režimy čítání-čas a jevy, které se volí přepínačem COUNT MODE. Interval zpoždění se v obou režimech nastavuje ovládacími prvky DELAY TIME OR EVENTS a odečítá se na obrazovce.

TIME INT CLOCK (čítání času řízené vnitřním oscilátorem)

7 D 11 čítá přesný přírůstek času po příchodu spouštěcího impulsu. Ovládací prvky TRIGGER volí a upravují typ signálu spouštěcího časové zpoždění. Přesnost je v tomto režimu dána vestavěným krystalovým oscilátorem.

TIME EXT 1 MHz (čítání času řízené externím normálem 1 MHz)

Tento režim čítání je stejný jako TIME INT CLOCK s tím rozdílem, že přesnost je dána externím normálem 1 MHz.

EVENTS (jevy). 7 D 11 čítá jevy, periodické nebo aperiodické, rychlostmi do 50 MHz. Ovládací prvek EVENTS START TRIGGER umožňuje rozlišit mezi jevem, který spouští interval časového zpoždění a jevy, které mají být čítány. Jevy, které mají být čítány se volí a upravují ovládacími prvky TRIGGER.

Ovládací prvky spouštění

Vstupní signály mohou mít široký rejstřík tvarů a amplitud, z nichž řada se nehodí pro spouštění intervalu časového zpoždění. Z tohoto důvodu se tyto signály přivádějí nejprve na spouštěcí obvod, kde se převádějí na impulsy o jednotné amplitudě a tvaru. Tím se umožňuje spouštění intervalu časového zpoždění impulsu o konstantní velikosti a vyloučí se změny v činnosti zpoždovacího obvodu, vyvolané měnicími se vstupními signály.

Ovládací prvky TRIGGER umožňují volit zdroj signálu, odfiltrovat nežádoucí kmitočty a spustit zpoždovací interval při jakékoliv úrovni a smyslu napětí.

Kontrolka spuštění

Kontrolka TRIG'D skýtá příhodnou indikaci stavu spouštěcího obvodu. Jsou-li správně nastaveny ovládací prvky TRIGGER a přiveden dostatečný signál, kontrolka TRIG'D svítí. Je-li kontrolka TRIG'D zhasnuta, zpoždovací interval nebyl spuštěn. Příčinou může být nesprávné nastavení ovládacích prvků TRIGGER, malá amplituda signálu, nebo opakovací kmitočet signálu mimo využitelný kmitočtový rozsah. Kontrolku lze využívat jako přibližnou indikaci správného spuštění v době, kdy není na obrazovce žádné zobrazení. Základna zpoždovacího intervalu a zatemňování stopy jasovou modulací (osa Z) rovněž pomáhají při správném nastavení ovládacích prvků TRIGGER. Další informace jsou uvedeny v části Výstupní signály pro základní osciloskop.

Poznámka: Pracuje-li 7 D 11 v režimu čítání jevů (EVENTS) má ovládací prvek EVENTS START TRIGGER vliv na spouštěcí obvod ale nikoliv na kontrolku TRIG'D.

Vazba spouštěcího signálu

Tlačítka TRIGGER, umístěnými pod nápisem COUPLING, se volí způsob připojení vstupních signálů na spouštěcí obvod. Každá poloha umožňuje volbu nebo potlačení různých kmitočtových složek signálu, sloužícího ke spuštění zpoždovacího intervalu.

AC (Stř.vazba). V této poloze přepínače COUPLING je ss složka vstupního signálu blokována. Signály s nízkofrekvenčními složkami pod přibližně 30 Hz jsou zeslabeny. Obecně lze říci, že poloha AC COUPLING může být použita ve většině případů. Jestliže však signál obsahuje nežádoucí kmitočtové složky nebo má-li být zpoždovací interval spuštěn při malých opakovacích kmitočtech nebo na ss úrovni, lze lepších výsledků dosáhnout v jiné poloze přepínače.

Spouštěcí bod v poloze přepínače AC závisí na střední úrovni napětí vstupního signálu. Jestliže má vstupní signál náhodný charakter, střední úroveň napětí se mění a v důsledku toho se mění i spouštěcí bod. Posun spouštěcího bodu může být takový, že znemožní stabilní spouštění zpoždovacího intervalu; v takových případech použijte ss vazby.

AC LF REJ (stř. vazba - potlačení nf střídavé složky). V této poloze přepínače je ss signál potlačen a nf vstupní signály o kmitočtu pod přibližně 30kHz jsou zeslabeny. Zpoždovací interval je tedy spouštěn pouze vysokofrekvenčními složkami vstupního signálu. Poloha AC LF REJ je zvláště užitečná, pro zajištění stabilního spouštění, obsahuje-li vstupní signál složky síťového kmitočtu.

AC HF REJ (stř. vazba - potlačení vf střídavé složky). Při této poloze přepínače COUPLING jsou propouštěny signály mezi přibližně 30 Hz až 50 kHz. Ss složka se potlačuje a signály nad 50 kHz jsou zeslabeny. Tato poloha je vhodná pro spouštění zpoždění nf složkami složitějšího průběhu.

DC (ss vazba). Polohu DC lze použít ke stabilnímu spouštění nízkofrekvenčními signály nebo signály o nízkém opakovacím kmitočtu, které by byly v ostatních režimech potlačeny. Tuto polohu lze použít i ke spouštění zpoždovacího intervalu, dosáhne-li vstupní signál ss úroveň, zvolenou ovládacími prvky SLOPE/LEVEL. Při spouštění z vnitřního zdroje, ovlivňuje nastavení ovládacích prvků polohy vertikální jednotky ss spouštěcí bod.

Zdroj spouštěcího signálu

Tlačítka TRIGGER umístěná pod nápisem SOURCE volí zdroj signálu, připojeného na spouštěcí obvod.

INT. (Vnitřní) V této poloze se vstupní signál odvozuje od připojené vertikální jednotky. Z tohoto důvodu musí být pro využití vnitřního zdroje jednotka 7 D 11 instalována v horizontálním oddělení. Další volbu vnitřního signálu lze provádět prostřednictvím vertikální jednotky a základního osciloskopu; další informace viz instrukční příručky těchto přístrojů.

LINE (síť). V této poloze přepínače SOURCE se na spouštěcí obvod připojuje vzorek síťového napětí ze základního osciloskopu. Spouštění síťovým kmitočtem je užitečné v případech, kdy vstupní signál je časově vázán (násobek nebo podíl) se síťovým kmitočtem. Je rovněž příhodné pro stabilní spouštění složkou síťového kmitočtu, obsaženou ve složitém průběhu.

EXT. (eterní). Signál připojený na konektor EXT TRIG IN lze použít ke spouštění zpoždovacího intervalu v poloze EXT přepínače SOURCE. Externí signál lze použít ke spouštění tehdy, když je amplituda interního signálu příliš nízká.

EXT + 10. Provoz v této poloze je stejný jak bylo popsáno v poloze EXT s tím rozdílem, že vstupní signál je desetinasobně zeslaben. Zeslabení vstupních signálů o velké amplitudě je žádoucí pro rozšíření rozsahu ovládacího prvku LEVEL.

Sklon/úroveň signálu

Ovládací prvky TRIGGER SLOPE/LEVEL určují sklon a napěťovou úroveň vstupního signálu, při nichž se uvede v činnost spouštěcí obvod. Obecně řečeno, nejvhodnějším bodem na průběhu pro spuštění zpoždění je část s velkým sklonem, která je obvykle prostě šumu. Předpokládáme-li sinusový vstupní průběh, je nejstrmější sklon v místě průchozu nulou. Tento bod je zvolen pro spouštění při nastavení ovládacího prvku LEVEL na 0 (střední poloha). Při otáčení knoflíku LEVEL ve směru nebo proti směru hodinových ručiček vzhledem k nule (k symbolu + nebo - na panelu) se na průběhu volí kladnější nebo zápornější bod.

Před nastavením TRIGGER LEVEL je třeba zvolit požadované podmínky ovládacími prvky SLOPE, MODE, COUPLING a SOURCE. Potom nastavte ovládací prvek LEVEL tak, aby zpoždění začínalo od požadovaného bodu.

Spouštění náhodnými jevy

Obvod pro spouštění náhodnými ^{jevy} slouží v režimu čítání jevů (EVENTS) k rozlišení mezi jevem, který spouští zpoždění a mezi čítanými jevy.

Konektor EVENTS START TRIG IN slouží jako vstup pro náhodný spouštěcí signál zpoždění. Ovládací prvky EVENTS START TRIGGER SLOPE a LEVEL volí amplitudu a sklon na vstupním signálu, při nichž dojde ke spuštění zpoždění.

Délka zpoždění nebo počet čítaných jevů.

Ovládací prvek DELAY TIME OR EVENTS volí dobu číslicového zpoždění v režimu TIME a počet čítaných jevů v režimu EVENTS. Zvolená délka zpoždění v ms nebo celkový počet jevů se zobrazují číslicově na obrazovce.

Tento ovládací prvek se vrací do střední polohy působením pružiny a slouží ke zvyšování nebo snižování počtu jevů, při kterém se objeví zpožděný impuls. Zvýšení nebo snížení je dáno smyslem otáčení. Rychlost změny počtu je dána velikostí pootočení knoflíku. Po dosažení kterékoliv meze rozsahu začíná další počítání od druhého konce rozsahu. Jestliže se například zvýší délka zpoždění nad 1000,000 ms (1s) přejde počítání na 0,0001 ms. Naopak, jestliže se délka zpoždění sníží pod 0,0001 ms, přejde počítání na 1000,000 ms.

Zpoždění jemně

Stupnice FINE DELAY (ns) slouží k nastavení analogového zpoždění od 0 do 100 ns v režimu TIME. Tento jednobávkový ovládací prvek umožňuje jemné nastavení dalšího zpoždění k číslicovému zpoždění nastaveném ovládacím prvkem DELAY TIME OR EVENTS. Délka zpoždění nastavená knoflíkem FINE DELAY (ns) se odečítá na cejchované stupnici, neboť toto analogové zpoždění není indikováno na obrazovce. Jeden dílek této stupnice představuje 2 ns.

Režim B zpoždění časové základny

Přepínač B SWEEP DELAY MODE umožňuje za určitých podmínek volit režim zpoždění slučitelné časové základny na jednotce 7 D 11. Pro využití této možnosti se jednotka 7 D 11 instaluje v horizontálním oddělení A a časová základna v horizontálním oddělení B základního osciloskopu se čtyřmi odděleními pro zásuvné jednotky. Při tomto uspořádání lze časovou jednotku řídit prostřednictvím propojovací části základního osciloskopu. Některé dvojité časové základny tuto možnost nemají; další informace lze nalézt v instrukční příručce dané časové základny.

INDEPENDENT (nezávislý). Jednotka 7 D 11 a časová základna pracují nezávisle.

B STARTS AFTER DELAY (B se rozbíhá po zpoždění). Časová základna se spouští ihned po uplynutí zvoleného zpoždovacího intervalu. Tento režim je stejný jako při spouštění časové základny zpožděným výstupem spouštěcího obvodu.

B TRIGGERABLE AFTER DELAY (B lze spustit po zpoždění). Časová základna spustí přeběh při příchodu prvního spouštěcího impulsu po uplynutí zvoleného časového intervalu. Tento provozní režim skýtá stabilní zobrazení signálu s časovou nestabilitou. V tomto režimu nelze provádět přesná časová měření, neboť skutečná délka zpoždění závisí na zpoždovacím intervalu 7 D 11 pouze částečně.

VÝSTUPNÍ SIGNÁLY

Výstupní signály na čelním panelu

Obecně Výstupy zpoždovacího intervalu a zpožděného spouštěcího impulsu jsou vyvedeny na konektory DLY INTERVAL OUT a DLY'D TRIG OUT na čelním panelu. Tyto výstupy lze použít k řízení jiného zařízení během nebo ihned po uplynutí zpoždovacího intervalu. Aby se zachovala náběžná a závěrná charakteristika těchto signálů, je třeba propojení s ostatním zařízením provádět 50 ohmovým koaxiálním kabelem; výstup kabelu musí být zakončen rovněž 50 ohmy.

DLY INTERVAL OUT (výstup zpoždovacího intervalu). Tento výstup je tvořen kladným pravoúhlým průběhem, který je koincidentní s generovaným zpoždovacím intervalem. V časovém režimu je signál na konektoru DLY INTERVAL OUT přibližně o 20-30 ns kratší než indikované zpoždění v důsledku vnitřního přenosového zpoždění a rozlišovací doby spouštěcího obvodu. V režimu čítání jeví se výstup DLY INTERVAL OUT neliší od skutečného zpoždění o více než 30 ns, zpravidla 10 ns.

DLY'D TRIG OUT (výstup zpožděného spouštěcího signálu). Signál má podobu kladného pravoúhlého impulsu, koincidentního s koncem zpoždovacího intervalu.

Signály, vyvedené na čelní panel jsou vyobrazeny na obr. 1-3

současně se vstupním signálem. Vstupní signál, obr. 1-3 (A) je tvořen časovými značkami 1 a 10 μ s. Jednotka 7 D 11 je nastavena na zpoždění 0,0038 ms po spouštění 10 μ s značkami. Výsledné výstupy zpožďovacího intervalu a zpožděného spouštěcího signálu jsou na obr. 1-3 (B) a (C).

Obr. 1-3. Zobrazení ukazující časové souvislosti:

(A) vstupního signálu na čelním panelu; (B) výstupu zpožďovacího intervalu a (C) výstupu zpožděného spouštěcího signálu

Výstupní signály do základního osciloskopu

Obecně Výstupní signály se do základního osciloskopu připojují prostřednictvím propojovacího konektoru. Následující rozbor popisuje tyto signály a provozní podmínky pro jejich využití.

Základna zpožďovacího intervalu. Tento výstup přivádí na stínítko obrazovky zobrazení přibližného zpožďovacího intervalu. Aby bylo možno základnu zobrazit, musí být 7 D 11 instalována ve vertikálním zásuvném oddělení a být zvolena přepínačem VERTICAL MCDE na základním osciloskopu. Poloha tohoto průběhu je fixována přibližně ve středu vertikálního středu rastru. Základna zpožďovacího intervalu je vyobrazena na obr. 1-4 (A). Vstupní signál, na obr. 1-4 (B), je tvořen časovými značkami 1 a 10 μ s. Jednotka 7 D 11 je nastavena na spouštění 10 μ s značkami a zvolené zpoždění je 0,0038 ms.

Obr. 1-4. Zobrazení průběhu: (A) Základny zpožďovacího intervalu; (B) Vstupního signálu

Zpožděný spouštěcí signál. Výstup zpožděného spouštěcího signálu představuje zdroj zpožděného spouštěcího signálu pro jednotku časové základny. Časovou základnu lze tímto signálem spouštět, je-li 7 D 11 instalována na vertikálním oddělení. Aby bylo možno uvedený výstup využít, musí být jednotka 7 D 11 zvolena příslušným přepínačem zdroje spouštěcího signálu (na základním osciloskopu)

Zatemňování v ose Z. Zatemňování v ose Z skýtá na stínítku zobrazení přibližného časového intervalu. Dosahuje se toho zatemňováním průběhu na stínítku obrazovky po dobu zpoždovacího intervalu. Zatemňování v ose Z lze dosáhnout při jednotce 7 D 11 instalované v kterémkoliv zásuvném oddělení. Zobrazení se zatemňováním v ose Z se volí posuvným přepínačem uvnitř jednotky (vlevo; viz obr. 1-5).

Obr. 1-5 Umístění přepínače zatemnění zobrazení v ose Z (na levé straně přístroje). Poloha přepínače vzhledem k zadní straně přístroje volí zatemnění v ose Z.

Z-axis blanking display switch ... přepínač zatemnění zobrazení v ose Z

Poznámka

Při větších rychlostech časové základny (100 ns/dílek nebo vyšších) je třeba zobrazení na stínítku interpretovat opatrně, neboť relativní přenosová zpoždění jednotky 7 D 11 a vertikálního zesilovače nejsou stejná. To se projevuje jako relativní časový posun mezi základnou zpoždovacího intervalu nebo zatemněním v ose Z, generovaným jednotkou 7 D 11 a signálem přivedeným na stínítko obrazovky prostřednictvím vertikálního zesilovače. Změnou polohy přepínače TRIG SOURCE mezi INT a EXT nebo EXT + 10 se tento zřetelný časový posun změní v důsledku různých přenosových zpoždění v cestě signálu.

PROVOZNÍ REŽIMY

Zpoždění průběhu

Jednotka 7 D 11 může sloužit ke zpoždování rozběhu časové základny o zvolený časový interval po příchodu spouštěcího impulsu. Zpoždění s nízkou časovou nestabilitou lze použít pro přesné měření času, časového neklidu a stability. Zpoždění průběhu lze rovněž použít k výběru části složitějšího signálu pro zobrazení. Průběh se zpožďuje spouštěním z výstupu zpožděného spouštěcího signálu jednotky 7 D 11 a nikoliv spouštěním zobrazovaným signálem. V závislosti na daném účelu je k dispozici několik druhů vazby mezi zpožděným spouštěcím signálem a časovou základnou. Tyto druhy vazby jsou popsány v následujícím rozboru.

Režim B zpoždění časové základny. Přeběh vytvářený časovou základnou lze řídit a zpožďovat prostřednictvím propojovací části základního osciloskopu a přepínače B SWEEP DELAY MODE. Aby bylo možno tohoto režimu využít, musí být jednotka 7 D 11 instalována v horizontálním oddělení A a časová základna v horizontálním oddělení B základního osciloskopu se čtyřmi zásuvnými odděleními. Další informace jsou uvedeny v části "režim B zpoždění časové základny".

Poznámka

Logické úrovně, přiváděné do jednotky 7 D 11 ze základního osciloskopu jsou určeny k řízení časové základny zpožďující přeběh. Z tohoto důvodu může při změně nastavení přepínače TIME/DIVISION časové základny v oddělení B nebo přepínače B SWEEP DELAY MODE dojít k blokování jednotky 7 D 11 (na výstupu nebude signál). Aby došlo k opětovnému vybavení 7 D 11 nastavte nejprve přepínač B SWEEP DELAY MODE do polohy INDEPENDENT a potom zvolte požadovaný režim.

Vnitřní spouštění. Přeběh vytvářený časovou základnou v horizontálním oddělení lze vnitřně spouštět jednotkou 7 D 11 ve vertikálním oddělení. Aby bylo možno tohoto režimu zpoždění využít, musí být jednotka 7 D 11 zvolena přepínačem zdroje spouštěcího signálu na základním osciloskopu. Zpožďování časové základny z vnitřního zdroje lze použít při jednotkách instalovaných v základním osciloskopu se třemi nebo čtyřmi odděleními.

Vnější zdroj spouštěcího signálu. Přeběh lze zpožďovat externím spouštěním z konektoru DLY'D TRIG OUT. Tento způsob lze použít při jakémkoliv spouštěném přeběhu.

Režim "ozvěny"

Režim "ozvěny" skýtá na obrazovce údaj o době přenosu jedním směrem nebo jedné polovině generovaného zpoždění. Tento provozní režim se zapíná vnitřním přepínačem (vlevo, viz obr.1-5). V režimu "ozvěny" se doba zpoždění volí ovládacím prvkem DELAY TIME OR EVENTS po krocích 200 ms. Vložné zpoždění cca 160 ns v tomto režimu vyžaduje pro dosažení zpožďovacího intervalu 200 ns přidání analogového zpoždění k prvnímu zpožďovacímu kroku.

Toho lze dosáhnout zobrazením DELAY INTERVAL OUT (bez zpoždovacího intervalu) a nastavení celkového zpoždovacího intervalu 200 ns, měřeného na rastru obrazovky, stupnicí FINE DELAY.

Obr 1-6 Umístění přepínače zpoždovacího režimu normální-ozvěna (na levé straně jednotky). Normální režim se volí posunutím přepínače směrem k čelní straně jednotky.

Normal - echo delay-time mode switch ... přepínač zpoždovacího režimu normální/ozvěna

Teorie činnosti

ÚVOD

Tato část obsahuje všeobecný popis jednotky 7 D 11, vycházející z blokového schematu. Následuje teorie činnosti, která je uváděna současně se schematy popisovaných obvodů. Další informace v běžně používaných obvodech lze najít v následujících příručkách:

J. Millman a H. Taub "Impulsní, číslicové a spínací průběhy",
Mc Graw-Hill, New York, 1965

Aplikační příručky Tektronix (objednejte od nejbližšího zástupce
nebo servisního střediska Tektronix):

Číslicové obvody, Tektronix č. 062-1030-00

Spouštěcí obvody osciloskopů, Tektronix č. 062-1056-00.

Po teorii činnosti je uveden stručný rozbor systému číslicové
indikace, používaného v osciloskopech Tektronix řady 7000.

Podrobnější informace o tomto systému jsou uvedeny v instrukční
příručce osciloskopu.

BLOKOVÉ SCHEMA

Blokové schema je rozděleno na pět hlavních částí:

spouštěcí obvod čítání času/jevů, fázově synchronizovaná smyčka
a hradlový čítač, úprava výstupů a spouštěcí obvod rozběhu čítání
jevů, zpoždovací čítač a generátor zobrazení, a kódování číslicové
indikace.

Spouštěcí obvod čítání času/jevů zpracovává spouštěcí signál

pro rozběh zpoždění čítáním času prostřednictvím fázově synchronizované smyčky a hradlového čítacího obvodu v režimu zpožďování v závislosti na čase. V režimu zpožďování v závislosti na náhodných jevech skýtá spouštěcí obvod signál odpovídající skutečnému počtu, odvozený ze signálu zvoleného přepínači SOURCE a COUPLING.

Fázově synchronizovaná smyčka a hradlový čítač

Blok fázově synchronizované smyčky a hradlového čítače sestává ze dvou hlavních částí. Jednu část tvoří fázově synchronizovaná smyčka, která dodává stabilní hodinový kmitočet 500 MHz, fázově synchronizovaný s vnitřním krystalovým oscilátorem 5 MHz nebo s externím normálem 1 MHz. Druhá část je tvořena z obvodů jemného nastavení zpoždění a hradlovaného čítače. Při příchodu spouštěcího signálu ze spouštěcí části, je tento signál veden přes stupeň multivibrátoru jemného zpoždění, kde je mu dáno přídatné zpoždění určené ovládacím prvkem na čelním panelu, na spínače čítání času. Při rozepnutí spínače čítání času se hodinový kmitočet 500 MHz dělí na kmitočet 10 MHz. Tento signál o kmitočtu 10 MHz se pak přivádí na hradlo zdroje čítání času/jevů v části úpravy výstupů a spouštěcího obvodu rozběhu čítání jevů.

Úprava výstupů a spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů

Část úpravy výstupů a spouštěcího obvodu rozběhu čítání jevů kromě toho že dodává různé výstupy jednotky 7 D 11 provádí řadu vnitřních a vybavovacích funkcí. Tento obvod skýtá zpoždění časové základny B, zvýšení jasu v ose Z během zpožďovacího intervalu, základnu výstupního signálu zpoždění a výstup zpožděného spouštěcího signálu. Tento obvod rovněž obsahuje spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů, který umožňuje čítání spouštění jevů v režimu zpoždění podle jevů.

Zpožďovací čítač a generátor zobrazení

Část zpožďovacího čítače a generátoru zobrazení obsahuje obvody pro nastavování zpoždění buď podle času nebo v závislosti na počtu jevů. Zpoždění se nastavuje jako devítkový doplněk stavu zpoždění ve vratném čítači ovládacím prvkem DELAY TIME OR EVENT CONTROL a je čítáno zpožďovacím čítačem. Zpožďovací čítač načítá

čas od 100 ns do 1 s nebo počítá jevy do 10 000 000. Při dosažení předem zvolené délky zpoždění (signál stavu přichází do zpoždovacího čítače z hradla zdroje čítání času/jevů na bloku 3), aktivuje vybavovací devítkové hradlo výstupní hradlo přesahu na bloku 3. Tím se současně ukončí výstup DLY INTERVAL OUT a aktivuje výstup DELTA TRIGGER OUT.

Kódování číslicové indikace

Nastavení délky zpoždění nebo počtu jevů se převádí v části kódování číslicové indikace. Tyto obvody skýtají potřebnou informaci pro systém číslicové indikace v připojeném základním osciloskopu, čímž se umožňuje zobrazení doby zpoždění nebo počtu jevů na stínítku obrazové elektronky.

TEORIE ČINNOSTI

Následující rozbor teorie činnosti je vztažen k zapojením uvedeným v obrazové části této příručky. Každý nadpis, označující hlavní celek je doplněn číslem schematu, ke kterému se vztahuje.

SPOUŠTĚCÍ OBVODY - 1

Spouštěcí obvod sestává ze dvou hlavních částí - předzesilovače spouštěcího signálu a spouštěcího generátoru.

Předzesilovač spouštěcího signálu

Předzesilovač spouštěcího signálu slouží k volbě zdroje spouštěcího signálu a jako vazební člen pro spouštěcí generátor. Obvod v podstatě sestává ze čtyř následujících prvků: přepínání zdroje signálu, U 60; předzesilovač externího spouštěcího signálu nebo zesilovač externího vstupu, Q 32, Q 37 a Q 41; převodník souměrného signálu na nesouměrný, Q 71, Q 75 a Q 78; vazba spouštěcího signálu, Q 82, Q 84 a Q 86.

Přepínání zdroje spouštěcího signálu. Na kolíky 2 a 15 obvodu U 60 přicházejí vnitřní spouštěcí signály, na kolík 7 externí spouštěcí signály. Obvod U 60 na základě číslicového signálu (napěťové úrovně) na kolíku 4 určuje, který ze vstupních signálů se zvolí. Dolní úroveň na kolíku 4 aktivuje kolíky 2 a 15 pro vnitřní spouštění, zatímco horní úroveň na kolíku 4 přepíná U 60 pro aktivaci kolíků 7 a 10 pro externí spouštění.

Při dalším rozboru činnosti U 60, předpokládejme, že na kolíku 4 je dolní úroveň, která aktivuje kolíky 2 a 15 pro vnitřní spouštění. Tento vstup je diferenciální a má relativně vysokou in-

danci. Na kolík 15 přichází kladný spouštěcí signál a kolík 2 je záporný vstup. Vstupy mají takové předpětí, že jsou ve středu svého dynamického rozsahu a omezování signálu ve snímací části spouštěcího obvodu (v základním osciloskopu) zajišťuje, že vstupy nebudou přebuzeny do závěrného nebo nasyceného stavu. R 55 a R 57 zakončují vstupní spouštěcí signál ze základního osciloskopu. Zdroj analogového proudu pro vnitřní spouštění je mezi kolíky 1 a 16.

Výstupní proud spínače se objevuje na kolíkách 12 a 13. Kladný signál na kolíku 15 vyvolá vzrůst proudu, tekoucího kolíky 13 a 16 a R 66, R 69. Současně záporný signál na kolíku 2 vyvolá pokles proudu, tekoucího kolíky 12 a 1 a R 68, R 69. Výsledkem je, že celkový proud kolíky 12 a 13 a odporem R 69 zůstává konstantní.

Předzesilovač externího spouštěcího signálu. Tento obvod zahrnuje Q 32, Q 37 a Q 41. Přepínač SOURCE (S5) na vstupu volí pro spouštění vnitřní signál, vnější signál nebo síť. Volbou EXT + 10 lze amplitudu externího spouštěcího signálu snížit na desetinu. Dělič 10 : 1 je tvořen odpory R 6 a R 7 (s paralelně připojeným R 30).

Vstupní impedance pro vstup spouštěcího obvodu je 1 Mohm a sestává hlavně z odporů R 12 a R 30. Tato dvojice odporů rovněž zeslabuje vstupní signál pro hradlo Q 32A a B na polovinu. C 24 slouží jako kompenzace vstupního stupně a C 10 kompenzuje dělič 10:1.

CR 27 a CR 28 chrání Q 32 před příliš velkým vstupním signálem blokováním hradla, přesbupí-li signál na vstupním konektoru přibližně + 2,5 V. Signál na zdroji Q 32 je vázán přes emitorový sledovač Q 37 na bázi Q 41. Q 41 je další emitorový sledovač, který budí U 60. Signál na kolíku 7 U 60 je zakončen přibližně 50 ohmy odporem R 46, aby se zachovala vysokofrekvenční charakteristika.

R 49 nastavuje ss úroveň na kolíku 10 U 60, což je negativní strana diferenciálního vstupu externího spouštěcího signálu. Tím se přizpůsobuje ss rovnováha vstupu externího spouštěcího signálu U 60 vstupu interního spouštěcího signálu.

Převodník souměrného signálu na nesouměrný. Q 71, Q 78 a Q 75 převádějí souměrný (dvojčinný) výstup U 60 na nesouměrný signál pro emitor Q 75.

Spouštěcí signál na obvodu U 60 vyvolá pokles proudu na kolíku 12 a odporech R 77 a R 78 a vzrůst proudu do kolíku 12 z R 71. To má normálně za následek kladnou změnu napětí na kolíku 12, zatímco napětí na kolíku 13 se mění v záporném smyslu. Proud odpory R 77 a R 78 se však ve skutečnosti zvyšuje, působením zpětné vazby zavedené R 79 a Q 78, což vyvolá zápornou změnu napětí na kolíku 12 souhlasně s kolíkem 13. Q 78 je zapojen jako dioda a je na stejném chladiči jako Q 71, čímž se dosahuje dobré ss stability.

Vazba spouštěcího signálu. Při zvolení ss vazby přepínačem COUPLING na čelním panelu se Q 86 připojením na zdroj + 15 V prostřednictvím R 92, S 95 a R 86 na bázi otevře. Spouštěcí signál je potom připojen přes R 80 a Q 86 na bázi Q 100.

Při zvolení stř.vazby se otevírá Q 84. Spouštěcí signál potom prochází přes Q 84 a C 87 na bázi Q 100. Při vazbě AC LF REJ je Q 84 uzavřen a spouštěcí signál prochází přes C 88 a C 87, aby se zeslabil signály o nižším kmitočtu.

Při vazbě AC HF REJ jsou Q 84 a Q 82 otevřeny. Vysokofrekvenční složky jsou blokovány přes Q 82 a C 83 na zem, zatímco požadovaná spouštěcí složka je vedena přes Q 84 a C 87 (jako při stř.vazbě).

Spouštěcí generátor

Spouštěcí generátor sestává z voliče sklonu a kompenzátoru úrovně, spouštěcí tunelové diody a budiče, multivibrátoru kontrolky spuštění, budiče kontrolky spuštění (TRIG'D), Schmittův obvod intervalu čítání spouštěcího generátoru, Schmittův obvod jevu a koicidenční hradla jevu a stavu čítače.

Volič sklonu a komparátor úrovně. Tento stupeň zahrnuje Q 100, Q 102, Q 117, Q 121 a Q 124. Q 100 a Q 102 jsou zapojeny jako diferenciální komparátor. Referenční napětí pro komparátor se volí nastavením ovládacího prvku LEVEL, R 111. Vnitřní prvek ss vyvážení, R 77, nastavuje úroveň na bázi Q 100, takže při nastavení ovládacího prvku LEVEL do středu oblasti kladného nebo

záporného sklonu se zpoždující čítač spouští v bodě nulového napětí přicházejícího spouštěcího signálu. Ovládací prvek LEVEL mění napětí na bázi Q 102 a volí tak bod na spouštěcím signálu, v němž dochází ke spouštění.

R 104 nastavuje emitorový proud pro Q 100 a Q 102. Před příchodem spouštěcího signálu, v poloze ovládacího prvku LEVEL ve středu kladného nebo záporného sklonu, tekou Q 100 a Q 102 stejné proudy.

Předpokládejme, že na konektor EXT TRIG IN je přiveden kladný signál a že ovládací prvek LEVEL/SLOPE je nastaven na nulu na kladném sklonu.

Fáze signálu na konektoru EXT TRIG IN se obrací předzesilovačem spouštěcího signálu a tento signál se objeví na bázi Q 100 se zápornou polaritou. Tím se vyvolá pokles proudu protékajícího Q 100 a v důsledku společného zdroje emitoru, proud protékající Q 102 stoupne. Snížením proudu kolektoru Q 100 se vytvoří na Q 121 předpětí v závěrném směru, zatímco působením zvýšeného proudu Q 102 dostane větší předpětí v propustném směru.

Při poloze přepínače SLOPE (S2) v poloze + je katoda CR 126 uzemněna, CR 126 má předpětí v propustném směru a CR 129 v závěrném směru. Současně je báze Q 124 uzemněna a Q 124 je uzavřen. V důsledku toho má CR 122 předpětí v závěrném směru a CR 128 má přes Q 117 předpětí v propustném směru. Zvýšený proud protéká Q 117 a CR 128 na spouštěcí tunelovou diodu a budicí obvod (viz obr.2-1).

Při poloze přepínače SLOPE v poloze - mají Q 124 a CR 122 předpětí v propustném směru a CR 128 má předpětí v závěrném směru. CR 126 má předpětí v závěrném směru a CR 129 předpětí v propustném směru, takže proud protéká Q 121 a CR 129 na spouštěcí tunelovou diodu a budicí obvod.

Spouštěcí tunelová dioda a budicí obvod. Stupeň se spouštěcí tunelovou diodou tvaruje výstup komparátoru a skýtá spouštěcí impuls s rychlou náběžnou hranou. Tunelová dioda má takové statické předpětí, že je ve stabilním stavu s nízkým napětím. Zvýšený spouštěcí proud z Q 117 a CR 128 nebo Q 121 a CR 129 přes

~~přes~~ R 130, L 130 a CR 141 má za důsledek překlopení CR 141 do stabilního stavu s vyšším napětím. Výsledná kladná změna s rychlou náběžnou hranou je přivedena přes emitorový sledovač Q 143 na C 182, C 145 a C 166 v obvodech multivibrátoru a spouštěcího generátoru.

Multivibrátor kontrolky spuštění. Stupeň multivibrátoru kontrolky spuštění obsahuje Q 183 a Q 188. Bez spouštěcího signálu je Q 183 uzavřen a C 185 je nabit na kladnou úroveň (na kolektoru Q 183), určenou R 184, R 190 a R 191. Báze Q 192 je kladnější než báze Q 194, takže Q 194 vede.

Při příchodu spouštěcího signálu pracují Q 183 a Q 188 jako emitorově vázaný monostabilní multivibrátor. Q 183 se mžikově otevře kladnou změnou, přivedenou přes C 182. Kolektorové napětí Q 183 poklesne a C 185 se vybije přes R 185, čímž se Q 188 uzavře. Tím je Q 183 udržován v otevřeném stavu po dobu určenou nabíjecí časovou konstantou C 185. Má-li spouštěcí signál opakovací kmitočet 20 Hz nebo vyšší, zůstává Q 183 otevřen (viz obr. 2-2). Při otevřeném Q 183 vede i Q 192 a Q 194 je uzavřen.

Budič kontrolky spuštění. Po dobu kdy je Q 183 otevřen, vytváří zvýšený úbytek na R 184 předpětí Q 192 v propustném směru. Tím se Q 198 otevře a protéká proud kontrolkou spuštění (TRIG'D), DS 197.

Spouštěcí generátor. Spouštěcí generátor obsahuje Q 149, Q 159, CR 169 a CR 171. Účelem tohoto obvodu je dodávat spouštěcí signál o rychlé náběžné hraně Schmittovu obvodu intervalu čítání. Pro normální spuštění se signál vytváří po příchodu kladné změny s rychlou náběžnou hranou ze spouštěcího a budičího stupně s tunelovou diodou, kromě stavu vyčkávání. Pro následující rozbor činnosti předpokládejme, že na konektor EXT TRIG IN je přiveden spouštěcí signál. Přes C 182 je přivedena kladná změna z emitoru Q 143, která vyvolá rozsvícení kontrolky TRIG'D, jak již popsáno bylo.

Obr. 2-1 Cesta spouštěcího signálu při spuštění kladnou hranou signálu

Obr. 2-2 Vstupní a výstupní průběhy multivibrátoru kontrolky
spuštění

trigger at base Q 183 ... spouštěcí signál na bázi Q 183
collector of Q 183 ... kolektor Q 183

CR 169 a C 171 jsou ve stavu s vyšším napětím, dokud je vybavovací signál nepřeveďte do stavu s nižším napětím. Vybavovací signál je tvořen kladným impulsem, který dává Q 149 a Q 159 předpětí v propustném směru. Mají-li oba tyto transistory předpětí v propustném směru, snižují proud CR 171 a CR 169, čímž se obě tunelové diody překlopí do stavu s nižším napětím.

Další spouštěcí signál po vybavovacím signálu se objevuje jako kladná změna na C 145 a C 166. Kladná změna, přivedená přes R 166 a R 168 způsobí překlopení CR 169 do stavu s vyšším napětím. Tato vyšší úroveň, působící přes R 170, přivádí CR 171 na úroveň proudu, blízkou úrovni prompřeklopení. Kladná změna je rovněž vázána prostřednictvím C 145 a R 145 a se zpožděním 3,5 ns i prostřednictvím R 154 a CR 171. Uvedené krátké zpoždění zajišťuje, že je k dispozici dostatečný časový úsek pro překlopení CR 169 do stavu s vyšším napětím před vybavením CR 171 pro spínací signál. Tím se zabráňuje, aby došlo k předčasnému překlopení CR 171 vnějším šumem. CR 171 se pak překlopí do stavu s vyšším napětím. Kladný spouštěcí impuls s rychlou náběžnou hranou z CR 171 se přivádí přes Q 173 na bázi Q 351 obvodu pro jemné nastavení zpoždění.

Režim čítání jevů. Výstupní signál CR 141 je určen pro čítání jevů. Výstup CR 141 je vázán přes Schmittův obvod, obvod posouvající úroveň, Q 133 a Q 138 na vstup U 640 D. Aby se zajistilo čítání jevů pouze bez vybavovacího signálu, je výstup CR 171 rovněž vázán na vstup U 640 D přes posouvací Schmittův obvod, tvořený Q 173 a Q 178. Proto jsou z výstupu obvodu U 640 D přiváděny za nepřítomnosti vybavovacího signálu impulsy čítání jevů na Q 512, hradlo zdroje čítání jevů.

FÁZOVĚ SYNCHRONIZOVANÁ SMYČKA A HRADLOVANÝ ČÍTAČ -2

Fázově synchronizovaná smyčka a hradlový čítač skýtají velmi přesné čítání času pro jednotku 7 D 11. Kromě vytváření časového

signálu tyto obvody rovněž slouží k jemnému nastavení zpoždění.

Fázově synchronizovaná smyčka

Fázově synchronizovaná smyčka předatavuje způsob generování kmitočtu, který je násobkem vstupního (referenčního) kmitočtu. Čítač : n dělí kmitočet místního, napěťově řízeného oscilátoru celým číslem n. Fázový detektor porovnává fázi vstupního signálu (viz obr. 2-3) s fází signálu, vzniklého dělením signálu napěťově řízeného oscilátoru a generuje napětí, úměrné fázovému rozdílu. Toto napětí se pak filtruje, aby se odstranilo zvlnění na kmitočtu detekované fáze a přivádí se na napěťově řízený oscilátor, kde se koriguje fázová odchylka. Při konstantním fázovém posunu mezi referenčním kmitočtem a podílem kmitočtu napěťově řízeného oscilátoru se dosahuje fázové synchronizace. Kmitočet místního oscilátoru je potom přesným násobkem (n) referenčního kmitočtu a jeho stabilita je stejná.

Y 200 je krystalem řízený oscilátor o kmitočtu 5 MHz. Jeho výstup je veden přes U 205, kde je dělen pěti a přiváděn na přepínač režimu čítání S 210 jako hodinový kmitočet 1 MHz. Je-li zvolen externí zdroj hodinového kmitočtu, je externí signál 1 MHz zpracováván Q 225 a Q 227 a pak přiváděn na S 210. Signál o kmitočtu 1 MHz je pak z S 210 přiváděn na fázový detektor U 230, kde je porovnáván s kmitočtem 1 MHz, odvozeným z napěťově řízeného oscilátoru 500 MHz.

Obr. 2-3 Napěťově řízený oscilátor ve fázově synchronizované smyčce

reference frequency ... referenční kmitočet
filter ... filtr phase detector ... fázový detektor
voltage controlled oscillator ... napěťově řízený oscilátor

Jakýkoliv fázový rozdíl mezi oběma signály se detekuje a převádí na chybový zesilovač U 240. Korekční napětí z U 240 se přivádí na varikap CR 252, paralelně připojený na ladící obvod napěťově řízeného oscilátoru 500 MHz.

R 247, R 248, R 249 a CR 248 tvoří korekční obvod, který kompenzuje nelineární charakteristiku varikapu. Napěťově řízený

oscilátor 500 MHz je upravené Colpittsovo zapojení. Laděný obvod je tvořen L 253, která je součástí desky s plošnými obvody, a dále CR 252, C 253, C 258, C 259 a C 260.

Výstup oscilátoru 500 MHz je veden přes oddělovací stupeň Q 261 na oddělovací stupeň čítače Q 383 a na oddělovací stupeň fázové synchronizace, Q 265. Výstup 500 MHz z Q 265 je veden na synchronní multivibrátor 100 MHz, CR 271 a L 271, kde je dělen pěti. Výsledný signál 100 MHz je veden přes budicí stupeň kruhového čítače fázové synchronizace Q 274 a Q 277 na kruhový čítač fázové synchronizace.

Budicí stupeň kruhového čítače fázové synchronizace. Q 274 a Q 277 jsou zapojeny jako emitorově vázaný proudový spínač.

Výstup z multivibrátoru s tunelovou diodou, dělicího napětí je připojen na bázi Q 274. Výstupní signál je odebrán z kolektoru Q 277. Je-li výstup tunelové diody na horní úrovni, Q 277 vede a Q 274 je uzavřen. Výstup na kolektoru Q 277 je tedy ve fázi s výstupem tunelové diody.

Kruhový čítač fázové synchronizace, Q 285 až Q 312 rovněž dělí signál 100 MHz pěti. Funkce kruhového čítače fázové synchronizace je kromě nulování shodná s funkcí kruhového čítače, tvořeného Q 401 až Q 424, která je popsána dále. Výsledný signál 20 MHz je veden z kruhového čítače přes obvod posouvání úrovně (Q 316, Q 319 a Q 324) na čítač dělicí 20, tvořený U 327 a U 329. Signál 20 MHz je dělen dvěma, obvodem U 327 a dále dělen 10 obvodem U 329. Výsledný signál 1 MHz představuje výstup 500 MHz napěťově řízeného oscilátoru, dělený 50. Tento signál 1 MHz je dále přiváděn na fázový detektor U 230, kde se porovnává se signálem 1 MHz z U 205 (referenční kmitočet). Tato zpětnovazební metoda skýtá prostředek, kterým se udržuje přesný kmitočet oscilátoru 500 MHz.

Zpoždění jemně.

Aby se kompenzovalo vnitřní přenosové zpoždění jednotky 7 D 11, je délka zpoždění kalibrována tak, aby zpoždění mezi konektorem EXT TRIG IN a konektorem DLY'D TRIG OUT, indikované na obrazovce, odpovídalo nastavení R 336 na nulu. Obvod jemného nastavení zpoždění skýtá další zpoždění 100 ns, nastavitelné R 336.

Stupeň jemného nastavení zpoždění je tvořen multivibrátorem s proměnnou délkou impulsu. Zpožďovací interval se spouští impulsem ze spouštěcího obvodu, který umožňuje aby Q 364 vedl po celou délku zpožďovacího intervalu. Spouštěcí impuls, upravený tvarovaným obvodem C 353, R 353, R 354 a CR 354, přerušuje vodivý stav Q 356, čímž se zvýší napětí báze Q 364 na vyšší úroveň, než je na bázi Q 347. Kladná změna na emitoru Q 364 se přenáší přes C 358 na emitor Q 356. Amplituda této změny je závislá na relativních úrovních napětí na bázích Q 347 a Q 364. Úroveň na bázi Q 347 je určena nastavením ovládacího prvku FINE DELAY, R 336. C 358 se vybíjí přes Q 358, čímž poklesne napětí na emitoru Q 356. Při poklesu napětí emitoru k nule se Q 356 otevírá, čímž se uzavírá Q 364 a končí zpožďovací interval.

Je-li Q 364 otevřen, napětí na jeho kolektoru se snižuje (záporná hrana impulsu - spouštění intervalu jemného zpoždění) a posléze se vrací na svou normální úroveň (kladná hrana impulsu - konec zpožďovacího intervalu), danou nastavením R 336. Kladná hrana impulsu je tvarována CR 364, R 365 a C 366 a přivedena na CR 370 ve spínači čítání času.

Hradlovaný čítač

Tento stupeň, tvořený CR 370, Q 371 a Q 375 ve spojení s CR 386, L 378, R 377 a R 378 tvoří hradlovaný oscilátor 100 MHz. Když se CR 370 překloupí do stavu s vyšším napětím, spouští Schmittův obvod, tvořený Q 371 a Q 375, čímž se CR 386 dostává do nestabilní oblasti a pracuje jako multivibrátor o kmitočtu 100 MHz. Během 2 ns se CR 386 synchronizuje s nejbližším cyklem 500 MHz a dělí ve skutečnosti signál 500 MHz pěti. Protože se spouští signál může objevit kdykoliv, je v čase potřebném pro zahájení dělení referenčního signálu 500 MHz nejistota 2 ns.

Budicí stupeň hradlovaného kruhového čítače. Q 388 a Q 391 jsou zapojeny jako emitorově vázaný zesilovač, který odděluje a posouvá úroveň signálu pro buzení kruhového čítače. Je-li výstup tunelové diody na horní úrovni, Q 391 vede a Q 388 je uzavřen. Výstup na kolektoru Q 391 je tedy ve fázi s výstupem tunelové diody.

Hradlovaný kruhový čítač. Hradlovaný kruhový čítač je tvořen pěti multivibrátory se ss vazbou. Vstupní signál je přiváděn na všechny multivibrátory, kruhový čítač je však uspořádán tak, že vstupní signál mění stav pouze jednoho multivibrátoru. Tím se však připravuje následující multivibrátor k příjmu dalšího vstupního signálu atd. Zjednodušené zapojení kruhového čítače je na obr. 2-4. Každý multivibrátor je tvořen dvěma tranzistory. Multivibrátory jsou na obr. 2-4 (A) označeny jako multivibrátor A, Q 401, a Q 404; multivibrátor B, Q 406 a Q 409; multivibrátor C, Q 411 a Q 414; multivibrátor D, Q 416 a Q 419; a multivibrátor E, Q 421 a Q 424. Výstupní zatěžovací odpor je umístěn nad levým tranzistorem v každém stupni. Vstupní signál se přivádí na levý tranzistor každého multivibrátoru.

Obr. 2-4 (A) Zjednodušené zapojení kruhového čítače.
(B) Závislost výstupních úrovní napětí na jednotkách vstupního proudu multivibrátoru.

signal input ... vstup signálu

reset ... nulování

current units ... jednotky proudu

output voltage levels ... úrovně výstupního napětí

V každém multivibrátoru protéká proud odporem v emitoru (např. Ia) tím tranzistorem, který má kladnější bázi. Proud zatěžovacím odporem multivibrátoru je určen stavem daného multivibrátoru a předcházejícího stupně. Může tedy mít proud protékající zatěžovacím odporem multivibrátoru jednu ze tří úrovní a v důsledku toho bude i jedna ze tří úrovní úbytku na zatěžovacím odporu. Například úbytek napětí na zatěžovacím odporu B může být vyvolán jednou jednotkou proudu (Ia nebo Ib), dvěma jednotkami proudu (Ia + Ib) nebo může být nulový. Úrovně napětí v důsledku nulového proudu, jedné ze dvou jednotek proudu zatěžovacím odporem jsou znázorněny na obr. 2-4 (B) a jsou označeny +, 0 a - .

Nulovací signál vrací kruhový čítač do stavu, který se přenese na další dělicí stupeň (U 44A) při nejbližším kroku, v zájmu omezení přenosového zpoždění na minimum. Mžiková horní nulovací úroveň se přivádí na bázi levého tranzistoru a v každém multi-

vibrátoru přes CR 398 a R 398 a na pravý tranzistor v multivibrátorech B a E přes R 408 a R 423. Tím má levý tranzistor v multivibrátorech A, C a D kladnější bázi a pravý tranzistor v multivibrátorech B a E kladnější bázi. Výsledkem je, že proud emitorovým odporem protéká pravým tranzistorem v multivibrátorech B a E a levým tranzistorem v multivibrátorech A, C a D.

Stavy multivibrátorů po vynulování jsou ukázány na obr. 2-4 (A) smyslem šípky, představující proud emitorovým odporem. Výsledný úbytek napětí na zatěžovacím odporu je A, -; B, +; C, -; D, +; a E, 0. Výstupní napětí multivibrátoru je přivedeno přes Zenerovu diodu na bázi pravého tranzistoru. Zenerova dioda posouvá úroveň, aby relativní napětí mezi bázi pravého a levého tranzistoru zůstalo stejné.

Při příchodu nulovacího signálu má čítač stav vyobrazený na obr. 2-5 pod označením RESET HI, který se při vymizení nulovacího impulsu změnil na stav označený RESET LO.

Obr. 2-5 Nulovací funkce kruhového čítače

reset pulse ... nulovací impuls

multivibrator outputs ... výstupy multivibrátoru

HI TRANSITION ... změna při horní úrovni

LO TRANSITION ... změna při dolní úrovni

Obr. 2-6 ukazuje výstup kruhového čítače ve vztahu ke vstupnímu signálu. Při příchodu prvního vstupního signálu má vstup kruhového čítače horní úroveň. Tím se zvýší i úroveň bází všech levých tranzistorů směrem k předpětí v propustném směru. Protože levé tranzistory v multivibrátorech A a C již vedou, nemá na ně vstupní horní úroveň vliv. V důsledku napětí na zatěžovacích odporech (úroveň '+'), jsou báze pravých tranzistorů multivibrátorů B a D dostatečně kladné, takže pravé tranzistory zůstávají otevřeny. Napětí na bázi pravého tranzistoru v multivibrátoru E je na úrovni 0 a vstupní signál s horní úrovní vyvolá změnu stavu tohoto multivibrátoru.

Obr. 2-6 (A) Výstupní signál budicího obvodu kruhového čítače;
(B) Výstupní úrovně kruhového čítače.

output of driver ... výstup budicího obvodu
reset ... nulování signal input... vstup signálu
multivibrator outputs ... výstupy multivibrátoru
current units ... jednotky proudu
output voltage levels ... úrovně výstupního napětí

Změna stavu multivibrátoru E mění napětí na zatěžovacích odporech A a E. Úrovně výstupního napětí nyní jsou: A, 0; B, +; C, -; D, +; E, -. Při ukončení prvního signálu na vstupu bude na vstupu dolní úroveň. Tím se vytváří podmínky pro předpětí všech tranzistorů v závěrném směru, avšak změní se pouze stav multivibrátoru A. Pravé tranzistory v multivibrátorech B a D mají již předpětí v propustném směru a levé tranzistory multivibrátorů C a E mají dostatečné předpětí v propustném směru, aby zůstaly otevřeny.

Tento sled operací pokračuje po zbyvající dobu, kdy je na vstupu signál. Úrovně výstupního napětí po příchodu každého signálu jsou ukázány na obr. 2-6 (B). Multivibrátor, který má na výstupu úroveň 0 mění stav při každé změně na vstupu.

Výstup kruhového čítače. Komparátor výstupu kruhového čítače skýtá signál 20 MHz (100 MHz děleno 5) pro další dělicí stupeň U 444 A. Výstup je tvořen změnou mezi horní a dolní úrovní na emitoru Q 440. Emitorově vázaná dvojice Q 431 a Q 433 porovnává napěťové úrovně na bázích Q 404 a Q 409, čímž se porovnávají výstupní úrovně multivibrátorů A a B. Multivibrátor s kladnější bází řídí vodivost Q 431 nebo Q 433. Je-li kruhový čítač vynulován je výstupní úroveň multivibrátoru A nižší než multivibrátoru B (viz čáru "0" obr. 2-6 (B)). První úplný vstupní cyklus způsobí změnu tohoto stavu (přechod z čáry 1 na čáru 2 obr. 2-6 (B)), čímž se změní stav Q 431 a Q 433 a vyvolá se kladná změna na emitoru Q 440.

U 444 A dělí signál 20 MHz dvěma a přivádí výsledný signál o kmitočtu 10 MHz na S 444. Výstup 10 MHz z U 444 A se rovněž přivádí na hodinový vstup U 444 B. U 444 B dělí signál 10 MHz dvěma a vytváří signál o kmitočtu 5 MHz pro režim ECHO. Signal NORMAL

(10 MHz) nebo ECHO (5 MHz) se volí S 444 a přivádí se na bázi Q 502, hradlo zdroje čítání času.

ÚPRAVA VÝSTUPŮ A SPOUŠTĚCÍ OBVOD ROZBĚHU ČÍTÁNÍ JEVŮ -3

Zapojení části úpravy výstupů a spouštěcího obvodu čítání jevů zahrnuje různé nulovací a výstupní obvody jednotky 7 D 11. Obsahuje rovněž spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů.

Obr. 2-7 Grafické znázornění časové návaznosti výstupů 7 D 11.

events count ... počet jevů
events start trig ... spouštěcí impuls čítání jevů
ext trig in ... externí spouštění
delay int out ... výstup zpoždovacího intervalu
delayed trig out ... výstup zpožděného spouštěcího impulsu

Hradlo zdroje čítání času/jevů

Hradlo zdroje čítání času/jevů zahrnuje Q 502, Q 504, Q 508, Q 512, Q 514 a Q 518. Je-li přepínač režimu čítání v poloze TIME INT CLOCK nebo EXT 1 MHz, signál 10 MHz z fázově synchronizované smyčky a hradlového čítače, přivedený na bázi Q 502, prochází přes Q 508 na zpoždovací čítač a na bázi Q 525. Je-li přepínač režimu čítání v poloze EVENTS, signál pro čítání jevů z U 640 D na spouštěcím obvodu je veden přes Q 512 a Q 518 na zpoždovací čítač a na bázi Q 525.

Q 525 je uvolněn zpoždovacím čítačem při počtu o jeden méně než přeplnění. Následující impuls, který je přijímán na konci čítání je nyní synchronně propouštěn přes výstupní vybavovací hradlo, Q 525. Výstup z Q 525 je tvořen impulsem, přivedeným na hodinové vstupy U 543 A a U 543 B, který mění jejich stavy (Q se změní na horní úroveň). U 543 A je klopný obvod výstupu zpožděného spouštěcího signálu a U 543 B klopný obvod zpoždovacího hradla.

Klopný obvod výstupu zpožděného spouštěcího signálu.

Změna stavu U 543 A má za následek několik operací. Záporná změna na kolíku 6 U 543 A vyvolá na výstupu multivibrátoru složeného z Q 562 a Q 565 signál DLY'D TRIG OUT, který se vede na uvedený konektor přes přizpůsobovací zesilovač 50 ohmů Q 568. Tento zpožděný spouštěcí impuls je časován tak, aby zůstal na horní úrovni po dobu přibližně 200-250 ns (viz obr. 2-7).

Tento stejný výstupní signál U 543 A je vázán přes T 579, tak, aby byl k dispozici rychlý dvojitý výstupní signál na kolíku A 13 (+) a B 13 (-) propojovacího konektoru. Tento signál je slučitelný se zásuvnými časovými základnami, které přijímají vertikální spouštěcí signál z vertikálního oddělení.

Současně s impulsem konce zpoždovacího intervalu se výstup zpoždovacího intervalu vrací na dolní úroveň (viz obr. 2-7). K tomu dochází, když U 543 A mění svůj stav a uzavírá Q 648 a Q 653.

~~Během~~ Q 648 a Q 653 během zpoždovacího intervalu vedou a indikují probíhající interval. Indikace zpoždovacího intervalu je vyvedena rovněž na kolík A 17 propojovacího konektoru. Během zpoždovacího intervalu Q 662 vede a zvyšuje jas v ose Z, pokud je v odpovídající poloze S 669. Stejný signál, vyvedený na kolíku A 11 propojovacího konektoru, slouží k vertikálnímu vychylování paprsku, při použití 7 D 11 ve vertikálním zásuvném oddělení základního osciloskopu.

Při změně stavu U 543 A na konci zpoždovacího intervalu, je výstup z kolíku 5 tohoto obvodu veden přes U 586 B a U 586 A. Výstup z U 586 A způsobí změnu stavu multivibrátorů U 589 A, U 589 B a U 598 A (viz obr. 2-8) a zahájí jejich předepsanou časovou periodu. Časování každého multivibrátoru je určeno hodnotami jejich příslušných externích odporů a kapacit.

Obr. 2-8 Časový diagram nulování 7 D 11.

delayed trig out ... výstup zpožděného spouštěcího impulsu
holdoff ... vyčkávání pin ... kolík
initializer pulse to U 800 ... spouštěcí impuls na U 800

Při změně stavu U 589 A (po dobu 400 ns) aktivuje dolní úroveň výstupu na kolíku 4 vyčkávání pro spouštěcí signál prostřednictvím U 640 A a U 640 B, aby se zamezilo přijetí dalšího spouštěcího impulsu během nulování obvodů jednotky 7 D 11. Výstup horní úrovně na kolíku 13 je veden zpět přes U 586 D a maže U 543 A.

Během časovacího intervalu U 589 B, přibližně 250 ns, (viz obr. 2-8) se vynuluje kruhový čítač přes Q 682, Q 684 a Q 687.

Současně dolní úroveň na kolíku 12 vynuluje U 444, CR 370 (přes CR 369) a skýtá povel pro přípravu zpoždovacího čítače (U 800 - U 812).

Při návratu U 598 A (časovaného na 330 ns) do normálního stavu, vyvolává kladná změna na kolíku 4 krátkou změnu stavu U 598 B (na 45-65 ns). Výstup na kolíku 12 U 598 B představuje spouštěcí impuls přes Q 508 nebo Q 518 na kolík 8 U 800.

Při stisknutí tlačítka RESET, Q 595 vede a vytváří kladný impuls, který je přiveden na kolík 6 U 586 B. Tím se uskutečňuje stejný postup nulování, jaký je popsán výše pro změnu stavu U 543 A.

Klopný obvod zpoždovacího hradla

Během zpoždovacího intervalu je na kolíku 9 U 543 B dolní úroveň, takže Q 546 je uzavřen a přeběh je odblokován horní úrovní proudu na kolíku B 9 propojovacího konektoru. Na konci zpoždovacího intervalu se změní stav U 543 B. Q 546 se dostane do nasyceného stavu a proudová smyčka z Q 547 se uzavře na zem. Tím se rozběhne časová základna B nebo, je-li tato časová základna ve vyčkávacím režimu, uvede se v činnost po příchodu spouštěcího impulsu. V režimu INDEPENDENT (nezávislém) je Q 546 saturován napětím přivedeným přes odpor R 545 a časová základna B může pracovat nezávisle na 7 D 11.

Na konci přeběhu předé jednotka časové základny impuls o horní úrovni na kolík B 8 propojovacího konektoru. Tento impuls je přiveden přes Q 532 ve formě kladného napětí na bázi Q 538. Toto kladné napětí umožňuje otevření Q 538, čímž se na kolektoru Q 538 vytvoří záporný impuls, který vymaže U 543 B. Tím se uzavře Q 546, který odblokuje časovou základnu.

Přepínač B SWEEP DELAY MODE, S 555, skýtá jednu ze tří napěťových úrovní na kolík B 2 propojovacího konektoru. V režimu INDEPENDENT je na tomto kolíku zem, což umožňuje nezávislý provoz časové základny B na jednotce 7 D 11. V režimu B STARTS AFTER DELAY (rozběh časové základny po uplynutí zpoždění) je na kolíku napětí 5 V, což umožňuje spuštění časové základny B na konci zpoždovacího intervalu. Režim B TRIGGERABLE AFTER DELAY (základnu B lze spustit po zpoždění) přivádí na kolík B 2 propojovacího konektoru napěťovou úroveň 3,8 V. Tím se připraví obvod tunelové diody v jednotce časové základny B pro spuštění

přeběhu po příchodu spouštěcího impulsu. C 535 a R 535 přivádějí kladnou změnu na základnu Q 538 kdykoliv je S 555 přepnut z režimu INDEPENDENT do jednoho ze dvou řízených režimů. Tím se zajišťuje, že časová základna B je v počátečním stavu odblokována vymazáním U 543 B.

Spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů

Spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů slouží k ukončení vyčkávání v režimu zpoždění podle jevů. Výstupní impedance je přibližně 1 Mohm a je určována R 601 a R 609. CR 605 a CR 609 zabráňují přebuzení vstupu odříznutím příliš velkého signálu. Obvod představuje zesilovač s velmi vysokým ziskem, tvořený Q 620, Q 624, Q 628 a Q 630. Na vstupu je dvojitý FET zapojený s nulovým teplotním součinitelem s nulovým klidovým proudem mezi hradlem a zdrojem Q 610 A. Spouštěcí úroveň (LEVEL) se nastavuje R 615. Tento potenciometr mění ss napětí na bázi Q 620 a porovnává je s napětím na bázi Q 624.

Sklon (SLOPE + nebo -), volený S 615, určuje, který kolektor je zvolen jako výstup. V poloze + je Q 634 je uzavřen a kolektor Q 628 je na vyšší úrovni prostřednictvím CR 632, který dává předpětí v závěrném směru pro CR 635. Tím se výstup Q 630 přivádí přes CR 636 na bázi Q 637. V poloze - je Q 634 otevřen, kolektor Q 630 je na vyšší úrovni a CR 636 má předpětí v závěrném směru. Výstup na kolektoru Q 628 je přiváděn na bázi Q 637 přes CR 635. Q 637 odděluje výstup spouštěcího obvodu.

U 640 C a Q 640 tvoří monostabilní multivibrátor. Vstup je normálně na horní úrovni, takže aktivní vstupní signál je záporná změna. CR 638 je průchozí dioda paralelně se zpožďovacím obvodem obsahujícím U 640 C, R 638, C 639, CR 639 a R 639. Signál na bázi Q 640 je záporný impuls, jehož šířka je určována zpožděním obvodu U 640 C, atd.

Výstup na kolíku 6 klopného obvodu RS, tvořeného U 640 B a U 640A se vrací na horní logickou úroveň po každém nulovacím cyklu. Záporný impuls na kolektoru Q 640 mění stav klopného obvodu vyčkávání, takže na kolík 6 U 640 B je přivedena dolní logická úroveň. Tím se končí období vyčkávání a spouštěcí obvod 7 D 11 může být aktivován.

Q 641 je v režimu zpoždění v závislosti na čase otevřen. Tím je kolík 1 U 640 A udržován na dolní úrovni a umožňuje se, aby vyčkávání následovalo časový režim U 589 A.

ZPOŽĎOVACÍ ČÍTAČ A GENERÁTOR ZOBRAZENÍ - 4

Zpoždovací čítač a generátor zobrazení sestává z převodníku napětí - kmitočet, řídicího obvodu vratného čítače, vratného řízení hodinového kmitočtu, spouštěcího obvodu při zapnutí, vratného čítače, oddělovacích stupňů čítače, zpoždovacího čítače, devítkového detektoru a devítkového vybavovacího hradla.

Převodník napětí - kmitočet.

Převodník napětí-kmitočet skýtá signál pro posouvání vratného čítače, který umožňuje předvolbu požadované doby zpoždění nebo počtu jevů. Knoflík DELAY TIME nebo EVENTS R 700, je aretován pružinou ve střední mechanické a elektrické poloze. Otáčením proti směru hodinových ručiček se zpoždění snižuje; otáčením po směru hodinových ručiček se zpoždění zvyšuje. Otáčením R 700 se na jeho běžec přivádí kladné nebo záporné napětí. Tento stav je snímán Q 718 nebo Q 721 přes diody CR 712 nebo CR 713 a samostatnou cestou i Q 705. Otevíráním Q 718 a Q 712 se otevírá i Q 724. Q 724 pracuje jako generátor nabíjecího proudu pro C 725. Napětí na C 725 má pilový průběh. Tento průběh se přivádí na sledovač Q 733 a přes Zenerovy diody na emitorový sledovač Q 740. Emitorový sledovač Q 740 budí stupeň se společnou bází Q 743, přivádějící tento pilový průběh na vstupy řídicích členů U 747 A a U 747 B vratného čítače. Průběh se rovněž přivádí na invertor U 747 F a aktualizuje číslo zavedené do zpoždovacího čítače. Pilový průběh se přivádí také na bázi Q 738. Ve špičce pilového průběhu emitor Q 738 otevírá Q 730, čímž se C 725 vybiže. Po poklesu průběhu na C 725 se smyčka zpětné vazby přes Q 733, Q 740, Q 743, Q 738 a Q 730 rozpadne a C 725 se může znovu nabíjet. Opakovací kmitočet je určován kolektorovým proudem Q 718 a Q 721, který je dán natočením ovládacího prvku DELAY TIME OR EVENTS, R 700. Zvyšováním úhlu pootočení R 700 ve směru nebo proti směru hodinových ručiček se zvyšuje nabíjecí proud C 725 a tím i opakovací kmitočet. Tento stupeň pracuje jako převodník napětí-kmitočet. V klidovém stavu je Q 730 otevřen proudem z CR 729 a C 725 se nenabíjí. Při nastavování čítače (otáčení R 700), Q 721 otevírá Q 727, který dává CR 729 předpětí v závěrném směru; tím se umožňuje otevírání Q 730 pouze prostřednictvím zpětnovazební smyčky.

Výstup z Q 743 nuluje (nuceným cyklováním) přes U 749 F obvody ve zpracování výstupů a spouštěcí obvod rozběhu čítání jevů (schema 3). Tím se získá signál pro U 800-U 812, zajišťující aktualizaci obsahu zpoždovacího čítače v souladu s vratným čítačem.

Rízení vratného čítání. Výstup Q 743 se přivádí na vstupy U 747 a ovládá čítání vratného čítače směrem nahoru nebo dolů. Řídící signál se odvozuje z napětí (kladného nebo záporného), které je k dispozici při otáčení knoflíku DELAY TIME OR EVENTS, R 700. Toto napětí uvádí do činnosti Schmittův výstupní obvod, tvořený Q 705 a Q 707, který směruje čítací signál přes U 747 A pro čítání nahoru nebo přes U 747 B pro čítání dolů.

Vratný čítač a přehled devítkových doplňků

Devítkový doplněk čísla lze definovat jako hodnotu, kterou je nutno přičíst k danému číslu, aby byl výsledek roven devíti. Například devítkový doplněk 7 jsou 2, neboť k 7 je nutno přičíst 2, aby výsledek byl 9. Je-li do vratného čítače zavedeno číslo, je představováno devítkovým doplňkem ve dvojkově devítkovém kódu. Jako příklad lze uvést stav při stisknutí tlačítka RESET, kdy je na dvojkově desítkové vstupy vratného čítače zavedeno minimální zpoždění (0000001). Dvojkově desítkové vstupy (kolíky 15, 1, 10 a 9) obvodu U 760 jsou předem nastaveny na kódování čísla 8 (po příchodu zaváděcího povelu na kolík 11), které je devítkovým doplňkem čísla 1. Dvojkově desítkové vstupy U 762-U 772 jsou předem nastaveny na kódování čísla 9, jehož doplňkem je nula. Kódovací obvody číslicového zobrazení tuto dvojkově desítkovou informaci obrátí (9999998 ve vratném čítači), takže číslo zobrazené po zapnutí přístroje nebo po stisknutí tlačítka RESET bude minimální zpoždění nebo počet jevů 000 0001. Všechny hodnoty zpoždění nebo počtu jevů se do vratného čítače zavádějí pomocí knoflíku DELAY TIME OR EVENTS, jak bylo popsáno dříve.

Při otočení knoflíku DELAY TIME OR EVENTS, R 700, výstup U 747 umožňuje zavedení devítkového doplňku požadovaného zpoždění nebo počtu jevů do vratného čítače, U 760- U 772. Dvojkově desítkové vstupy čítače jsou předem nastaveny na zavedení devítkového doplňku minimálního počtu (000 0001) při stisknutí tlačítka RESET. U 760 se vrací na číslo 8 ve dvojkově desítkovém kódu a U 762 - U 772 se vrací na 9 ve dvojkově desítkovém kódu.

Dvojkově desítkové výstupy vratného čítače se vedou přes oddělovací stupně čítače, U 780 - U 792 na kódovací obvody číslicového zobrazení a na zpoždovací čítač.

Zpoždovací čítač

Zpoždovací čítač, U 800- U 812 slouží k přípravě Q 525 v obvodu zpracování výstupů, uzavřením Q 838 (viz obr. 2-9). Obvody mezi výstupy zpoždovacího čítače a bází Q 835, složené z U 820, U 749 B, U 825, U 749 E, CR 830 a CR 832 tvoří pozitivní hradlo AND se 14 vstupy. Výstup tohoto devítkového detektoru má horní úroveň pouze tehdy, jestliže všech 14 vstupů je na horní úrovni. K tomu dojde když výstupy Q_A a Q_D zpoždovacího čítače jsou na horní logické úrovni (dvojkově desítkové devítky), což umožňuje aby devítkový detektor otevřel Q 835. Q 835 a Q 838 zahrnují hradlo přípravy devítek. Když je Q 835 otevřen, je Q 838 uzavřen.

Obr. 2-9 Zpoždovací čítač a časové schéma výstupu

delaying counter ... zpoždovací čítač

time or event clock input ... vstup hodinového kmitočtu času
nebo jevů

base ... báze arm ... příprava overflow ... přeplnění

emitter ... emitör

delayed trig out ... výstup zpožděného spouštěcího impulsu

delay interval ... zpoždovací interval

Devítkový doplněk doby zpoždění nebo počtu jevů z oddělovacího stupně čítače se přivádí na dvojkově desítkové vstupy zpoždovacího čítače. Během každého nulovacího cyklu umožňuje zaváděcí signál přivedený na kolík 1 každého z integrovaných obvodů zpoždovacího čítače zavedení těchto vstupních signálů do zpoždovacího čítače; zpoždovací čítač se v důsledku signálu doby zpoždění nebo počtu jevů, přivedeného na kolík 8 U 800 přiblíží k přeplnění. Je-li do vratného a zpoždovacího čítače zavedeno minimální číslo, k čemuž dojde při stisknutí tlačítka RESET, je do čítače zaveden doplněk (9999998) zobrazeného údaje 000001.

Máme-li na paměti, že při stavu 9999999 zpoždovacího čítače je Q 525 připraven a při přeplnění zpoždovacího čítače se otevře, je zřejmé, že přestože zobrazení ukazuje údaj zpoždění 1, je pro signál na výstupu Q 525 potřeba alespoň dvou impulsů. Z tohoto důvodu je na konci každého nulovacího cyklu přiveden na kolík 8 U 800 úvodní impuls, který představuje potřebný impuls navíc pro zpoždovací čítač. Je třeba si pamatovat, že devítkový detektor připravuje Q 525 když na všech výstupech zpoždovacího čítače jsou dvojkově desítkové devítky. Skutečný výstup 7 D 11 se objeví při následujícím počítačím impulsu zpoždění nebo jevu.

Spouštěcí obvod při zapnutí
Spouštěcí obvod při zapnutí, tvořený Q 753 a Q 755, skýtá záporný impuls pro zavedení minimálního zpoždění do vratného čítače a pro počáteční vynulování obvodů zpracování výstupů. Toho se při zapnutí dosahuje nabíjecí časovou konstantou R 751 a C 751. C 751 se nabije na napětí přibližně jednoho voltu, čímž se otevře Q 753. Otevřením Q 753 se uzavře tyristor Q 755. Tato záporná změna na kolektoru Q 753 se přes C 755 přenese jako impuls na kolík 11 integrovaných obvodů vratného čítače U 760 - U 772. Tyristor zůstává uzavřen až do opětovného zapnutí přístroje.

Nulování
Tlačítko RESET na čelním panelu uvádí do činnosti zavádění počátečního stavu do vratného čítače, potřebného pro zobrazení minimálního údaje, podobným způsobem jako spouštěcí obvod při zapnutí. Při stisknutí tlačítka se uzemní uzel odporů R 756 a R 757 a výsledná záporná změna se přenese na vratný čítač a na obvody zpracování výstupů.

KÓDOVÁNÍ ČÍSLICOVÉ INDIKACE - 5

Obvody kódování číslicové indikace skýtají potřebné informace pro kódování systému číslicového zobrazení v základním osciloskopu na zobrazení údajů jednotky 7 D 11. Zapojení kódování číslicové indikace obsahuje převodníky časových intervalů, dvojkově desítkové multiplexery, převodník údaje, obvod pro zavedení jednotky na prvním místě, zatemnění nul a obvody zobrazení znaků

Výstupy U 902, U 906, U 910, U 914, U 918, U 922 a U 926 jsou doplňkem nebo inverzí jejich příslušných vstupů ze zpoždovacího čítače a generátoru zobrazení. Výstupy U 902-U926 jsou po jednom vybavovány, tím jak příslušné impulsy jejich časového intervalu uzavírají FETy, připojené na jejich vstup. Například při intervalu 2, uzavírá se Q 924, což umožňuje příslušným vstupům obvodu U 926 dosáhnout horní logické úrovně. Tím se dále objeví na výstupu U 926 doplněk vstupu z U 792. Výstupy U 926 jsou vedeny přes diody CR 930, CR 932, CR 934 a CR 936 a odpory R 960, R 961, R 962 a R 963 protéká proud. Součet těchto proudů, protékajících diodami CR 960, CR 961, CR 962 a CR 963 má za důsledek proud tekoucí Q 968, R 965 a CR 965. Tato proudová úroveň je vedena na bázi U 974 E, který skýtá výstup na propojovací konektor a umožňuje zobrazení příslušné číslice na obrazovce. Následující číslice se zobrazují během jejich příslušných časových intervalů stejným způsobem.

Zavádění jednotky na prvním místě. Aby mohla být zobrazena osmá číslice když jsou vstupy U 902 - U 926 kódovány na zobrazení devítek (výstupy U 902 - U 926 jsou invertovány a skutečné zobrazení jsou doplňky, nebo nuly), jsou všechny tyto vstupy vedeny na U 749 D a U 948. Když jsou všechny tyto vstupy na horní logické úrovni a je aktivován časový interval 1, bude U 948 na dolní úrovni a umožní přes CR 953 zobrazení jednotky. Ta představuje ekvivalent 1 s v časovém režimu anebo maximální počet 10 000 000 jevů. Nemá-li být 1 zobrazena, je časový interval 1 vynechán.

Zatemnění nul. Nemá-li se zobrazit 1 na prvním místě, jsou vstupy U 747 C na horní logické úrovni, což umožňuje, aby jeho výstupy na dolní logické úrovni vytvořily proudovou cestu přes CR 955 a CR 954. Tím může proud odpovídající povelu "vynechání časového intervalu" protékat přes Q 968. Protože proud Q 968 se "zrcadlově odrazí" přes U 974 E, vynechá systém číslicového zobrazení v základním osciloskopu časový interval 1 a nic se nezobrazí.

Jestliže se během časovacího intervalu 1 neměla zobrazit číslice 1, bude nula, která by se objevila v časovém intervalu 2 zatemněna. Dojde-li k zatemnění nuly v časovém intervalu 2, bude zatemněna i nula v časovém intervalu 3. Toho se dosahuje následujícím způsobem: Během časového intervalu 2 vybaví Q 924 obvod Q 926 a jeli tento kódován na zobrazení nuly, mají kolíky 1 a 10 dolní logickou úroveň. Bude tedy výstup U 940 C na horní úrovni, což má za důsledek dolní úroveň na výstupu U 940 D. Tím však je vstup U 940 A na horní úrovni. Protože časový interval 1 byl zatemněn, je výstup U 948 na horní úrovni. Při časovém intervalu 4 je vstup U 952 C na dolní úrovni a výstup je na horní úrovni. Proto jsou všechny vstupy U 952 A na horní úrovni a jeho výstup je na dolní úrovni. V tomto případě se tak výstup U 952 C udržuje na horní úrovni, což umožňuje, aby byl Q 970 otevřen a otevřel U 974 D. Otevřením U 974 D přes CR 973 se odvede proud z báze U 974 E a dojde k zatemnění v časovém intervalu 2.

Objeví-li se nula v časovém intervalu 3, je zatemněna stejným způsobem jako v intervalu 2 s tím rozdílem, že U 974 D je otevřen přes CR 972.

Má-li být v časovém intervalu 2 nebo 3 zobrazena jiná číslice než nula, bude jeden ze vstupů U 940 C na horní logické úrovni stejně jako jeden ze vstupů U 940 B, v závislosti na tom, který časový interval (2 nebo 3) je v činnosti. Tím se výstup U 940 D dostává na horní logickou úroveň, což přivádí výstupní dolní úroveň z obvodu U 940 A na vstup U 952 A. Výstup U 952 A se pak zvýší na horní úroveň a protože výstup U 952 B je rovněž na horní úrovni, klesne výstup U 952 C na dolní úroveň a uzavře Q 970. Uzavření Q 970 zabrání otevření U 974 D a nemůže dojít k zatemnění.

Znaky. V režimu DELAY BY TIME (zpoždění v závislosti na čase) generují U 974 A a U 974 C proud (pro řádky a sloupce) během časového intervalu 9, pro zobrazení znaků + na obrazovce. Tento znak slouží jako upozornění na nutnost přičíst hodnotu přídatného zpoždění FINE DELAY k údaji indikovaném na obrazovce. Během časového intervalu 10 generují U 984 C a U 984 D proud řádku pro zobrazení desetinné tečky na obrazovce. U 984 B a U 984 E generují během časových úseků 4 a 5 proud řádku a sloupce pro zobrazení ms v kanálu 2 (dolní část plochy stínítka obrazovky).

V režimu zpoždění EVENTS (v závislosti na jevech) zabraňuje signál z Q 518 zobrazení těchto znaků a rovněž zabraňuje zatemnění nuly.

NAPÁJENÍ a PROPOJOVACÍ KONEKTOR ZÁKLADNÍHO OSCILOSKOPU - 6

Schema 6 ukazuje propojovací konektor základního osciloskopu a rozvod napájecích napětí pro 7 D 11. K různým obvodům je rozvedeno oddělené napětí + 15 V, - 15 V, + 5 V, - 5 V. Kromě těchto napětí, skýtá níže popsany ss měnič oddělené a stabilizované napětí + 4,9 V.

Ss měnič

Jedná se o měnič napětí + 15 V na + 4,9 V se spínací regulací. Q 1025 a Q 1028 tvoří diferenciální komparátor, který porovnává referenční napětí přibližně 4,9 V s nefiltrovaným výstupem stabilizátoru na C 1038.

R 1034 zavádí do obvodu malou kladnou zpětnou vazbu a hysterezi malými změnami referenčního napětí 4,9 V na bázi Q 1028. Je-li výstupní napětí stabilizátoru nízké (pod 4,9 V), je Q 1025 uzavřen a Q 1028 vede. Tím se otevírají i Q 1036 a Q 1038 až do nasyceného stavu. Proud těmito tranzistory protéká přes T 1038, který akumuluje energii ve formě magnetického pole. Proud T 1038 teče do zátěže a důsledkem je vzrůst výstupního napětí.

Při otevření Q 1038 se jeho kolektorové napětí přiblíží 15 V, což vyvolá v důsledku R 1034 vzrůst referenčního napětí 4,9 V na bázi Q 1028 o několik set mV.

Stoupne-li výstupní napětí stabilizátoru natolik, aby se vyrovnalo tomuto novému referenčnímu napětí, uzavře se Q 1028 a Q 1025 se otevře. Tím se uzavřou Q 1036 a Q 1038. V důsledku indukčnosti T 1038 má protékající proud snahu zůstat konstantní. Aby se tento proud udržel, kolektor Q 1038 a báze Q 1034 vyhledávají záporné napětí vzhledem k výstupu měniče. Poklesne-li napětí na bázi Q 1034 přibližně na - 0,7 V, dostane přechod báze-kolektor Q 1034 předpětí v propustném směru a Q 1034 pracuje v převráceném režimu (emitor a kolektor jsou obráceny). Při nasyceném stavu Q 1034 (v převráceném režimu) je napětí na odbočce T 1038 udržováno na hodnotě přibližně - 0,1 až -0,2V. Většina proudu, protékajícího T 1038 teče nyní přes Q 1034.

Proud tekoucí T 1038 začíná klesat přes zátěž a C 1038. Při uzavření Q 1038, poklesne napětí na jeho kolektoru na přibližně - 0,7 V. To vyvolá v důsledku R 1034 pokles referenčního napětí 4,9 V o několik set mV. Klesne-li výstupní napětí stabilizátoru na hodnotu blížíící se tomuto novému referenčnímu napětí, Q 1028 se otevře, Q 1025 se uzavře a cyklus se opakuje. Pracovní cyklus, během něhož Q 1038 dodává proud je zhruba dán poměrem výstupního a vstupního napětí (4,9/15).

L 1020 a C 1020 filtrují napájecí napětí + 15 V, takže odběr z tohoto zdroje představuje konstantní proud a nesleduje proudové špičky Q 1038. L 1039 a C 1039 filtrují zvlnění, které vzniká tímto způsobem stabilizace. Pojistka F 1020 chrání stabilizátor před zkratem a přetížením.

V důsledku odbočky na T 1038 mohou Q 1038 a Q 1036 dosáhnout během pracovního cyklu současně nasyceného stavu. Q 1034 se s ohledem na převrácený režim jeví v klidové části cyklu jako dioda s velmi malým napěťovým úbytkem mezi emitorem a kolektorem. Výsledkem je vysoká celková provozní účinnost přibližně 90%.

ÚVOD DO SYSTÉMU ČÍSLICOVÉHO ZOBRAZENÍ

Úvod

Účelem následujícího rozvoru je seznámit uživatele jednotky 7 D 11 se systémem číslicového zobrazení, používaného u osciloskopů Tektronix řady 7000. Protože systém číslicového zobrazení v osciloskopu skýtá zobrazení signálů 7 D 11, je třeba v zájmu lepšího porozumění funkci 7 D 11 dát tuto funkci do souvislosti s uvedeným systémem. Podrobný popis obvodů systému číslicového zobrazení osciloskopů řady 7000 je uveden v instrukční příručce pro osciloskop.

Systém číslicového zobrazení

Systém číslicového zobrazení osciloskopů řady 7000 skýtá abecedně číslicové zobrazení informací kódovaných zásuvnými jednotkami. Tyto informace se zobrazují na stínítku obrazové elektronky a jsou kresleny paprskem obrazovky systémem sdílení času se zobrazováním analogových průběhů.

Systém číslicového zobrazení vytváří sled impulsů, tvořený deseti zápornými impulsy, nazvanými časové intervaly. Tyto

impulsy předstávají možný znak v zobrazeném slově a každý z nich má přiděleno číslo časového intervalu, odpovídající jeho poloze ve slově. Každý impuls časového intervalu je směřován na jeden z deseti výstupů, označených TS-1 až TS-10 (časový interval 1-10), které jsou připojeny na vertikální a horizontální zásuvná oddělení. Dva výstupy, řádkový a sloupcový jsou z každého kanálu (dva kanály na zásuvné oddělení) připojeny zpět na systém číslicového zobrazení.

Na těchto výstupech jsou informace kódovány buď připojováním odporů mezi uvedené výstupy a vstupy časových intervalů nebo generováním odpovídajících proudů. Výsledný výstup je tvořen sledem analogových proudů v řádkových a sloupcových výstupech. Úroveň řádkových a sloupcových proudů se dekóduje v systému číslicového zobrazení a přivádí během každého časového intervalu do matice znaků; tím se vybírá znak, který má být zobrazen nebo speciální instrukce pro další činnost.

Údržba

ÚVOD

Tato část příručky obsahuje informace pro preventivní údržbu, opravy a vyhledávání závad jednotky 7 D 11. Další údaje pro údržbu, týkající se barevného značení součástek a pájecích postupů lze nalézt v instrukčních příručkách pro osciloskopy řady 7000.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA

Všeobecně

Preventivní údržba, sestávající z čištění, vizuální kontroly, mazání atd., prováděná pravidelně, zlepšuje spolehlivost tohoto přístroje. Pravidelná kontrola polovodičových prvků použitých v jednotce se jako součást preventivní údržby nedoporučuje. Pokyny pro kontrolu polovodičových prvků jsou uvedeny v části věnované vyhledávání závad.

Čištění

Upozornění. Vyvarujte se použití chemických čistících prostředků, které mohou poškodit součásti přístroje, které jsou z umělých hmot. Vyvarujte se použití činidel, obsahujících benzen, toluen, xylen, aceton nebo podobná rozpouštědla.

Čelní panel. Usazený prach lze odstranit jemnou utěrkou nebo suchým štětcem. Lze použít vodu a slabý čisticí prostředek; nepoužívejte však čisticí prostředky s brusným účinkem.

Vnitřek přístroje. Čištění vnitřku jednotky by mělo být prováděno před kalibrací, neboť během čištění může dojít ke změně nastavení kalibračních prvků. K vyfoukání usazeného prachu použijte stlačeného vzduchu o malé rychlosti. Ztvrdlou nečistotu lze odstranit jemným suchým štětcem, kouskem bavlny nebo hadříkem namočeným v slabém roztoku čisticího prostředku a vody.

Mazání

Na průchodky hřídelek, kontakty propojovacích konektorů a přepínačů používejte čisticí prostředek s mazacím účinkem. Zarážky přepínačů namažte hustším tukem. Mazací soupravu, obsahující potřebná maziva a pokyny lze obdržet od kteréhokoliv servisního střediska Tektronix. Objednací číslo Tektronixu 003-0342-00.

Nové cejchování

Aby se zaručila přesnost měření, je třeba jednotku 7 D 11 zkontrolovat po každých 1000 provozních hodinách nebo každých šest měsíců, není-li používána často. Úplný postup kontroly je uveden v části 4.

Kontrola funkce přístroje může pomoci při vyhledávání větších závad. Kromě toho může odhalit i menší závady, které nejsou během normálního provozu patrné.

VYHLEDÁVÁNÍ ZÁVAD

Všeobecně

Následující informace doplňují údaje, uvedené v jiných částech této příručky, pro použití při vyhledávání závad jednotky 7 D 11. S výhodou lze použít schemata, popis obvodů a pokyny pro kalibraci. Část popisu obvodů uvádí podrobné informace o funkci obvodů a požadavcích na výstupy.

Pomůcky k vyhledávání závad

Schemata jsou uvedena na skládacích listech v části 6. Ve schemech jsou uvedena čísla a elektrické hodnoty všech součástí tohoto přístroje. Jsou rovněž uvedeny hodnoty důležitých napětí: Desky s obvody. Desky použité v přístroji 7 D 11 jsou vyznačeny ve schemech a vyobrazení každé desky je uvedeno na zadní straně skládacích listů se schematy. Každá elektrická součástka na desce je ve vyobrazení označena svým číslem.

Barevné značení součástek a spojů. Barevné proužky nebo tečky na odporech a kondensátorech označují jejich elektrické hodnoty, tolerance atd. podle standartního barevného kódu EIA. Součástky bez barevného značení mají zpravidla hodnotu natištěnu. Izolované vodiče, použité k propojování v jednotce 7 D 11 jsou barevně značeny, aby se usnadnilo sledování vodičů mezi jednotlivými body.

Uspořádání vývodů polovodičových prvků. Uspořádání vývodů polovodičů, použitých v tomto přístroji je uvedeno na obr. 6-1.

Měřicí přístroje

Při vyhledávání závad 7 D 11 lze použít následující přístroje:

1. Zkoušeč polovodičových prvků. Je vhodné mít k dispozici prostředek pro zkoušení tranzistorů, diod a FETů použitých v tomto přístroji. Nejúplnější údaje poskytne měřič charakteristik tranzistorů, např. Tektronix 576.
2. Ss voltmetr a ohmmetr. Voltmetr je nezbytný pro kontrolu napětí v obvodech a ohmmetr pro kontrolu odporů a diod.
3. Měřicí osciloskop. Osciloskop je nutný pro kontrolu průběhů v různých bodech obvodů.

Požadavky v bodech 2. a 3. splňuje osciloskop Tektronix řady 7000 s univerzální měřicí jednotkou 7 D 13, časovou základnou řady 7 B a zesilovačem řady 7A se sondou 10 X.

Postup vyhledávání závad

Tento postup je sestaven tak, aby kontrola možných zdrojů jednodušších závad předcházela náročnějším operacím.

1. Zkontrolujte nastavení ovládacích prvků. Nesprávné nastavení ovládacích prvků 7 D 11 se může projevit jako závada, která ve skutečnosti neexistuje. Jsou-li pochybnosti o správné funkci nebo obsluze ovládacích prvků nebo konektorů na čelním panelu, konzultujte návod k obsluze.
2. Zkontrolujte připojení přístroje. Před pokračováním vyhledávání závad v jednotce 7 D 11, zkontrolujte správnou činnost připojených přístrojů. Je-li to možné, osadte do základní jednotky jednotku 7 D 11 o jejíž správné funkci není pochyb a ověřte si, zda závada trvá. Zkontrolujte, zda jsou správně propojeny vstupy a zda nejsou vadné propojovací kabely.

3. Vizuální kontrola. Zkontrolujte vizuálně tu část přístroje, o níž předpokládáte že je vadná. Řadu závad lze lokalizovat podle známek patrných okem, jako např. nepropájené spoje, zlomené vodiče, poškozené desky s plošnými obvody, poškozené součástky atd.
4. Zkontrolujte činnost přístroje. Zkontrolujte kalibraci jednotky nebo postiženého obvodu provedením kontroly podle části 4. Zdánlivá chyba může být způsobena špatným nastavením a lze ji odstranit kalibrací. Úplné pokyny pro kalibraci jsou uvedeny v části 4.
5. Zkontrolujte napětí a průběhy. Často lze vadnou součástku nebo stupeň lokalizovat kontrolou správného napětí nebo průběhu v obvodu. Typická napětí a průběhy jsou uvedeny ve schématech; nejsou však absolutní a mohou se u jednotlivých přístrojů poněkud lišit. Pro dosažení podobných poměrů při kterých byly uvedené hodnoty naměřeny, dbejte pokynů uvedených v části schemat.
6. Zkontrolujte jednotlivé součástky. Následující postupy slouží ke kontrole jednotlivých součástek 7 D 11. Součástky, které jsou do obvodu připájeny je nejlépe měřit při odpojení jednoho přívodu, aby se vyloučil vliv okolních obvodů na měření.

A. Tranzistory a integrované obvody. Nejlepší kontrolou funkce tranzistorů a integrovaných obvodů je skutečný provoz za provozních podmínek. Je-li podezření na závadu tranzistoru nebo integrovaného obvodu je nejlépe ho nahradit součástkou o níž víme, že je dobrá, je však třeba se ujistit, že nedojde k poškození i náhradní součástky. Nejsou-li k dispozici náhradní tranzistory, použijte měřiče dynamických parametrů (např. Tektronix 576). Lze použít i měřiče statických parametrů, protože však nemění funkci součástky při napodobených provozních poměrech, nemusí se některé závady projevit. Před vyjmutím nebo výměnou tranzistoru nebo integrovaného obvodu se přesvědčte, že je přístroj vypnut.

Integrované obvody lze kontrolovat voltmetrem, měřicím osciloskopem nebo přímou náhradou. Při vyhledávání závad obvodů s integrovanými obvody je nezbytná dobrá znalost funkce obvodu.

Při kontrole napětí a průběhů v blízkosti integrovaného obvodu postupujte opatrně, aby nedošlo ke zkratování sousedních přívodů. Měřicí svorka pro integrované obvody představuje vhodný prostředek k připojení měřicího hrotu k integrovaným obvodům se 14 nebo 16 vývody. Tuto svorku lze rovněž použít jako nástroj k vyjímání integrovaných obvodů.

- B. Diody. Zkrat nebo přerušení diody lze zjistit měřením odporu mezi přívody ohmmetrem, nastaveným na rozsah R x 1 k. Odpor diody má být v jednom směru velmi vysoký a při přehození přívodů měřicího přístroje velmi nízký. Ohmmetrem nezkoušejte tunelové diody a inverzní diody.

Upozornění: Nepoužívejte rozsahy ohmmetru, na kterých teče velký proud. Velký proud může vést k poškození diody.

- C. Odpor. Odpor kontrolujte ohmmetrem. Tolerance odporů jsou uvedeny v seznamu elektrických součástek. Odpor zpravidla není třeba měnit, pokud se naměřená hodnota podstatně neliší od udané hodnoty.
- D. Kondenzátory. Kondenzátor se zkratem nebo svodovým proudem lze zjistit kontrolou odporu ohmmetrem na nejvyšším rozsahu. Použijte ohmmetru, který nepřekročí nejvyšší dovolené napětí kondenzátoru. Po počátečním nabití má být hodnota odporu vysoká. Přerušovaný kondenzátor lze nejlépe zjistit měřičem kapacity nebo ověřením, zda propouští stř signály.

7. Oprava a opětné nastavení obvodu. Zkontrolujte funkci každého obvodu, který byl opravován nebo v němž byla vyměňována jakákoliv elektrická součástka. Po opravě může být nezbytné nové nastavení opravovaných obvodů.

NÁHRADNÍ DÍLY

Standartní součástky

Všechny elektrické i mechanické náhradní díly pro 7 D 11 lze obdržet prostřednictvím místního servisního střediska nebo zástupce Tektronix. Řadu standartních elektrických součástek však lze obdržet v místní obchodní síti rychleji, než prostřednictvím objednávky u firmy Tektronix. Před zakoupením nebo objednáním náhradních součástek zkontrolujte jejich hodnoty, tolerance, dimenzování a popis podle seznamu součástek.

Poznámka: Při výběru náhradních dílů je nutno mít na paměti, že velikost a tvar součástky mohou mít vliv na její funkci v přístroji. Všechny náhradní díly by měly být přímou náhradou, pokud není známo, že odlišná součástka neovlivní nepříznivě činnost přístroje.

Výměna tranzistorů a integrovaných obvodů.

Tranzistory a integrované obvody se nemají vyměňovat, pokud nejsou skutečně vadné. Vyjímají-li se z patič během pravidelné údržby, je třeba je vrátit do jejich původních patič. Zvláštní pozornost je třeba věnovat přívodům integrovaných obvodů, neboť při vyjímání z patič může snadno dojít k jejich poškození. Zbytečná výměna nebo záměna součástek může ovlivnit cejchování přístroje. Po výměně tranzistoru zkontrolujte funkci té části přístroje, na niž mohl mít tento zásah vliv.

Nové cejchování po opravě

Po výměně jakékoliv elektrické součástky je třeba zkontrolovat cejchování daného obvodu stejně tak jako ostatních obvodů, které s ním úzce souvisejí. Pokyny pro kontrolu funkce, uvedené v části 4, skýtají rychlý a příhodný prostředek ke kontrole činnosti přístroje. Pro nastavení funkce přístroje, v souladu s požadavky v části 1, lze pak použít postupu v části 4.

Speciální díly

Některé díly vyrábí nebo vybírá firma Tektronix podle zvláštních požadavků, nebo je přebírá od subdodavatelů. Většina mechanických dílů, použitých v tomto přístroji, je výrobkem firmy Tektronix. Všechny speciální díly objednávejte přímo u nejbližšího servisního střediska nebo zástupce firmy Tektronix.

Objednávání dílů

Při objednávání náhradních dílů od firmy Tektronix vycházejte z pokynů pro objednávání dílů a speciálních poznámek a symbolů, bezprostředně předcházejících seznamu elektrických součástek.

Objednávka má obsahovat následující informace:

1. Typ přístroje (7 D 11).
2. Výrobní číslo přístroje.
3. Popis součástky (jedná-li se o elektrickou součástku uveďte její číslo v obvodu).
4. Číslo součástky Tektronix.