

sobiť dvomi, je delič na meranie tohto napätia upravený, jeho deliaci pomer je miesto 1000 len 500. Keďže vstupný odpor prístroja PU 500 sa mení s prepínaním rozsahov, platí deliaci pomer len na rozsahu 10 V.

Po prepnutí prepínača Pr1 do polohy „~“ možno merať sekundárne vn napätie U1. Toto napätie naprázdno (pri prerušení poistky Po1) je približne 2,1 kV a pri práci „mikrovlnky“ je približne 2 kV. Primár transformátora je pripojený cez spústu rôznych spínačov priamo na sieť, a tak ako kolíše sieťové napätie, budú kolísať i sekundárne napätia U1 a U2 a U3. Zapojenie usmerňovača jednotlivých „mikrovlniek“ sa podobá ako vajce vajcu, niektoré staršie typy mali o jednu diódu naviac zapojenú v sérii s E1, toto zapojenie ukazuje obr. 23, len miesto E1 si treba predstaviť druhú polovodičovú diódu a Ri je vlastne magnetrón.

Pri meraní v mikrovlnke treba dbať na bezpečnosť pri práci, treba si uvedomiť, že napätia U1 a U2 sú veľmi nebezpečné a veľmi „tvrdé“ napätia. Je tu úplne iná situácia ako v televíznych prijímačoch, kde sú podstatne vyššie napätia, ale tie sú relatívne „mäkké“, dodávajúce prúdy do 1 mA, kdežto zdroj v mikrovlnnej rúre dodáva do magnetrónu prúd viac ako 1 A v závislosti od výkonu „mikrovlnky“. Veľmi opatrne treba postupovať i pri meraní žeraviaceho napätia. Toto napätie možno merať priamo striedavým voltmetrom. Tu si treba uvedomiť, že hoci toto napätie je malé (3,15 V), je na veľkom zápornom potenciáli (-4 kV) voči zemi. Pri meraní žeraviaceho napätia treba použiť vodiče s dostatočnou izoláciou. Vhodný je napríklad vn kábel ST 0,35 na napätie 10 kV. Je veľmi ohybný, dobre sa s ním pracuje a máme istotu, že pri jeho dotyku s kostrou nedôjde k prierazu. Pri meraní musí byť merací prístroj PU 500 položený na izolačnej podložke a nie priamo na kovovej časti „mikrovlnky“.

Ďalej upozorňujem na to, že **pri stroji PU 500 musí byť pri meraní žeraviaceho napätia bezpodmienečne napájaný z vstavanej batérie a nie z rôznych sieťových adaptérov**, ako sa často „upravujú“ rôzne multimetre, len aby sa ušetrili náklady na batérie.

Z hľadiska bezpečnosti sú na tom najhoršie rôzne pochybné sieťové adaptéry predávané na tržniciach z ázijskej produkcie. Keďže žeraviace napätie má voči zemi potenciál 4 kV, bol by transformátor v sieťovom adaptéri namáhaný týmto napätím a zaručene by došlo k prierazu jeho sekundáru voči sieti a následne na to k zničeniu multimetra. **Žeraviace napätie nesmie byť merané ani žiadnym iným prístrojom napájaným zo siete!!!** Pri meraní vn napätí U1 a U2 nebezpečie zničeného multimetra nehrozí, keďže tieto napätia sú sondou podelené na malé napätia. Pri meraní

vn napätí najprv spojíme zemiaci vývod sondy so zemou a až potom priložíme hrot sondy na bod s vn napätím. Po mechanickej stránke je delič k PU 500 zabudovaný do rovnakej plastovej krabičky ako predošlý delič 1000 : 1, len na výstupe miesto konektora BNC sú použité banániky, ktoré sa zasúvajú do PU 500. Doska s plošnými spojmi je na obr. 24.

AKTÍVNA DIFERENCIÁLNA SONDA 100 : 1

Technické dáta

Max. vstupné medzivrcholové napätie:
1,5 kV do 100 kHz.

Max. vstupné medzivrcholové napätie:
250 V do 1 MHz.

Deliaci pomer: 100 ± 1%.

Vstupný odpor: 19 MΩ.

Vstupná kapacita: asi 5 pF.

Potlačenie súhlasného signálu CMR:
asi 60 dB na 1 kHz.

Napájanie zo sieťového adaptéra:
asi 30 V/25 mA.

Dĺžka sondy s káblom: 1,8 m.

Častokrát sme postavení pred problém merať osciloskopom napätie, ktorého ani jeden pól nie je spojený so zemou, oba póly meraného napätia majú voči zemi určitý potenciál. Ako núdzové riešenie sa ponúka použiť dvojkanálový osciloskop v polohe „ADD“ (sčítanie) prepnutím jedného kanála na „-“, čím sa osciloskop prepne do polohy „odčítanie“. Na obrazovke osciloskopu bude znázornený priebeh, ktorý je daný rozdielom oboch vstupných signálov, pritom je však dôležité, aby oba kanále mali nastavené rovnaké citlivosti. Pri prepínaní citlivosti sa musia meniť citlivosti oboch kanálov. Práve tu sa robia často chyby, jednoducho sa zabudne prepnúť citlivosť druhého kanálu.

Nevýhodou takéhoto merania je ďalej to, že bežné osciloskopy majú dovolené pomerne malé súhlasné napätie, t.j. napätie voči zemi a ďalej to, že potlačenie súhlasného signálu je pomerne malé a býva bežne asi 40 : 1, t.j. 32 dB. Lacnejšie osciloskopy nemajú tento parameter v technických podmienkach vôbec udávaný.

Podstatne výhodnejšie je pri potrebe merať diferenciálne napätie použiť diferenciálnu sondu. Profesionálne vyrábané diferenciálne sondy možno rozdeliť do dvoch skupín. Prvú skupinu predstavujú sondy, ktoré majú dve deliace sondy pevne spojené s diferenciálnym zosilňovačom. Typickým predstaviteľom je napríklad sonda firmy TES-TEC. Na vstupe má táto diferenciálna sonda dve deliace sondy lišiac sa od bežných sond tým, že jedna (kladná) je červená a druhá (záporná) je modrá a tiež tým, že ani jedna nemá zemiaci prívod. Obe sú nízkokapacitnými káblami pev-

ne spojené s krabičkou, v ktorej je zabudovaný diferenciálny zosilňovač. Pomocou posuvného prepínača možno meniť zoslabenie sondy 20 alebo 200krát. Pri deliacom pomere 200 : 1 môže byť maximálne vstupné napätie ±1400 V.

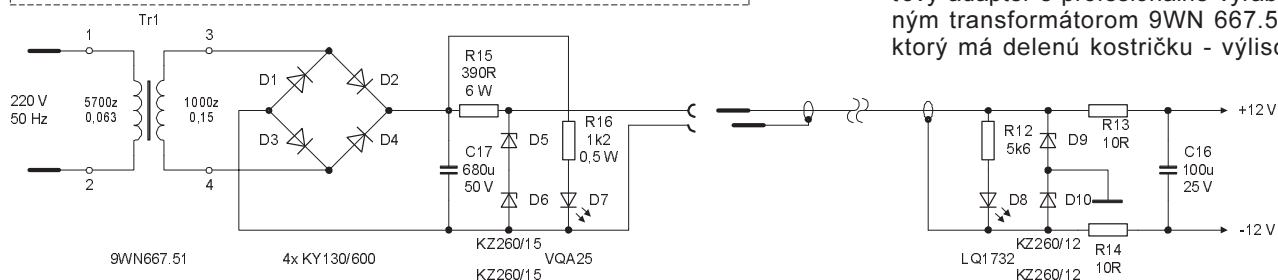
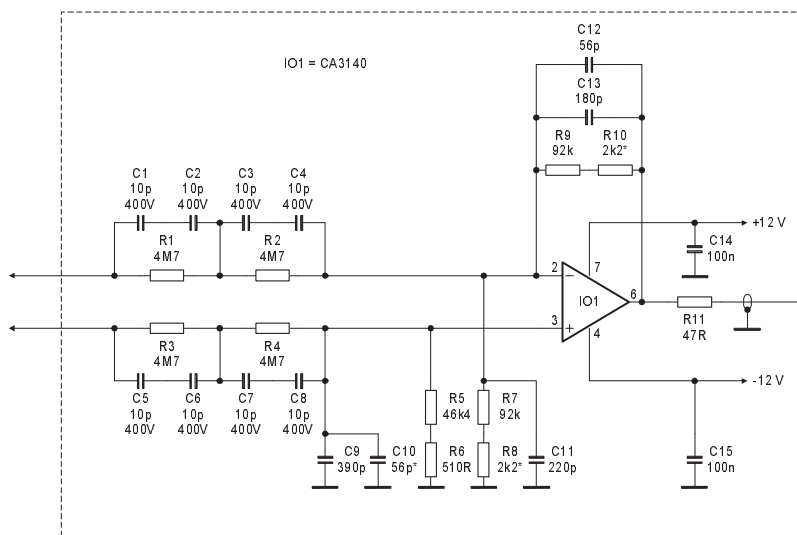
Snáď najprepracovanejším diferenciálnym zosilňovačom na meranie pomerne veľkých napätí je diferenciálny zosilňovač A6902B firmy Tektronix [3]. Tu sú k dispozícii dva páry deliacich sond. „Malé“ sondy každá do napätia 500 V, teda diferenciálne napätie môže mať 1000 V a dve „veľké“ sondy, každá na napätie 3000 V, čiže medzi špičkami oboch sond môže byť napätie 6000 V a to až do kmitočtu 240 kHz. Pri menších napätiach možno sondy použiť do kmitočtu 25 MHz. Pri kmitočte 6 MHz môže byť napätie privedené na vstup sondy až 500 V.

Parametre diferenciálneho zosilňovača A6902B spolu so sondami umožňujú merania na tyristorových regulátoroch od najmenšieho až po tyristorové regulátory vo veľkých elektrických lokomotívach.

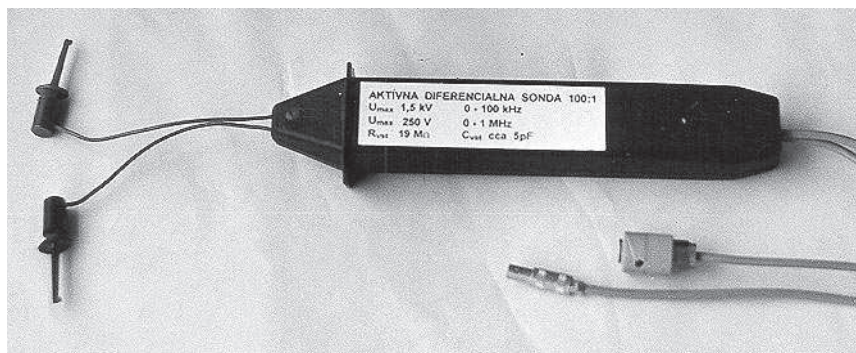
Druhú skupinu diferenciálnych sond predstavujú sondy, ktoré tvoria jeden kompaktný celok, vstupné deliče a diferenciálny zosilňovač sú v jednej krabičke. Vstupné napätia sa privádzajú na dva privodné farebne odlíšené káblíky o dĺžke asi 15 až 20 cm zakončené mernými hrotmi alebo redukciami, na ktoré možno naskrutkovať rôzne merné štipce. Takto sú konštruované napríklad sondy P5200 a P5205 firmy Tektronix a tiež sondy, ktorých konštrukcia je popísaná nižšie. Rôzne tyristorové a triakové regulátory používané na reguláciu otáčiek motorov (vrtáčiek, navíjačiek šijacích strojov apod.), regulátorov osvetlenia ako i regulátorov vyhrievacích telies v elektrických rúrach na pečenie, majú vždy regulačný prvok (tyristor alebo triak) galvanicky spojený so sieťou. Meranie priebehov na týchto regulátoroch pomocou osciloskopu s bežnými sondami nie je možné.

Ak je regulátor zabudovaný v prenosnom zariadení a jeho príkon je rádovo stovky W, možno takýto regulátor pripojiť na oddeľovací transformátor obdobne, ako sa to praktizuje u televíznych prijímačov a potom možno na regulátore merať napätia osciloskopom s bežnými sondami. Ak však zariadenie má veľký príkon alebo je trvale prepojené so sieťou (napr. elektrické rúry na pečenie), nemožno takého zariadenia pripojiť na oddeľovací transformátor.

Na meranie napätí i na takýchto zariadeniach pomocou osciloskopu slúžia diferenciálne sondy s dostatočne veľkým deliacim pomerom. Na tieto účely bola zostrojená diferenciálna sonda, ktorej schéma je na obr. 25. Na vstupe sondy sú v oboch privodoch vykompenzované odporové deliče napätia s deliacim pomerom 100.



Obr. 25. Zapojenie diferenciálnej sondy 100 : 1



Obr. 26. Fotografia diferenciálnej sondy 100 : 1

V kladnej svorke je vstupný delič tvorený rezistormi R3 a R4, ktoré tvoria „horný“ koniec deliča, rezistory R5 a R6 tvoria „spodný“ koniec deliča. Kondenzátory C5 až C10 slúžia na vykompenzovanie deliča. V zápornej vetve sú zapojené v „hornom“ konci deliča rezistory R1 a R2, „spodný“ koniec deliča tvoria rezistory R7 a R8, ku ktorým sú z hľadiska delenia pripojené paralelne rezistory R9 a R10. Na kompen-

záciu slúžia kondenzátory C1 až C4 a C11 až C13. Keďže v kladnom aj v zápornom prívode je zaradený delič s deliacim pomerom 100x, bude na vstupe integrovaného obvodu napätie zoslabené 200x. Aby bol výsledný deliaci pomer 100x, musí integrovaný obvod IO1 zosilniť merané napätie 2x. Rezistory R7 až R10 okrem toho, že sú súčasťou vstupného deliča, nastavujú i zisk IO1 na 2x.

Na vstupe sú použité vysokohodnotové vysokonapäťové rezistory (R1 až R4) firmy PHILIPS, ktoré sa používajú na prepojenie oddelenej a neoddelenej zeme v televíznych prijímačoch, monitoroch apod. Výrobca dovoľuje pr viesť na rezistory napätie až 2,5 kV.

K rezistorom sú pripojené štyri 400voltové keramické kondenzátory a keďže deliče sú v oboch prívodoch, môže byť medzi + a - svorkou napätie $8 \times 400 \text{ V} = 3200 \text{ V}$. Táto napäťová rezerva je hlavne z toho dôvodu, aby rôzne napäťové špice vznikajúce pri regulátoroch s indukčnou záťažou neznížili vstupný delič a následne i integrovaný obvod sondy. Rezistory R1 až R4 sú dohromady na napätie 10 kV.

Na napájanie sondy slúži malý sieťový adaptér s profesionálne vyrábaným transformátorom 9WN 667.51, ktorý má delenu kosťičku - výlisok

z umelej hmoty, ktorá má samostatné okienko pre každé vnutie. Vďaka tomu má transformátor veľkú izolačnú pevnosť (4 kV). Sekundárne napätie je diódami D1 až D4 usmernené a kondenzátorom C17 vyfiltrované. Cez rezistor R15 a napájací kábel privedené na Zenerové diódy D9, D10. Stred diód je uzemnený a tak sa získajú dve symetrické napätia $\pm 12 \text{ V}$. Toto riešenie je z toho dôvodu, aby na napájanie postačil dvojžilový - v tomto prípade tienový kábel. Diódy D5 a D6 slúžia ako záťaž, keď sieťový adaptér pracuje naprázdno, bez záťaže by napätie na C17 pri stúpnutí siete mohlo prekročiť dovolenú hodnotu. Pri zapojení sondy do napájača sa diódy D5 a D6 neuplatnia, keďže napätie diód D9 a D10 je menšie.

Sonda je zabudovaná do plastovej krabičky (viď obr. 26) určenej pre konštrukciu rôznych sond. Krabičku možno kúpiť v predajniach GM electronic. Doska s plošnými spojmi a rozloženie súčiastok je na obr. 27.

(Dokončenie nabadúce)

Obr. 27. Doska s plošnými spojmi diferenciálnej sondy 100 : 1

