



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

229556
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 R 27/28
G 01 R 27/02

(22) Přihlášeno 31 08 81
(21) (PV 6450-81)

(40) Zveřejněno 29 07 83

(45) Vydáno 15 09 86

(75)

Autor vynálezu

KARLOVSKÝ JAROSLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Zapojení měřiče kapacity

1

Vynález se týká zapojení měřiče kapacity při měření, při němž je použito trojúhelníkového průběhu napětí. Měřenou, jakož i normálovou kapacitou při měření protékají proudy obdélníkového průběhu vlivem časové derivace napětí na kapacitě.

Pro měření kapacit se používá různých můstkových, rezonančních, komparačních, substitučních metod, pro které je třeba použít vesměs sinusového signálu. Rozdílový proud vycházející ze společného uzlu normálové a měřené kapacity má rovněž sinusový průběh. Synchronní detekcí se z tohoto výstupního signálu získává stejnosměrné napětí, které svou polaritou a velikostí rozlišuje normálovou kapacitu od měřené. Podle velikosti výstupního signálu se potom buď ručně, nebo automaticky mění velikost normálové kapacity, nebo velikost napětí napájející normálovou kapacitu.

Z velikosti nastavené veličiny při nulovém výstupním signálu se odečte velikost měřené kapacity. Nevýhodou uvedených zapojení je potřeba velmi přesného fázového přenosu zesilovače, rozdílového výstupního signálu, jakož i přesného fázového souhlasu mezi sinusovým napětím, které jsou přiváděny na měřenou a normálovou kapacitu. Kromě toho je zapotřebí přesného fázového souhlasu mezi napájecím napětím obou kapacit a syn-

2

chronizačním signálem pro synchronní detektor. Malé fázové odchylky o velikost úhlových stupňů a jejich zlomků lze rovněž velice obtížně kontrolovat. Uvedené nedostatky jsou odstraněny zapojením měřiče kapacity podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že jeden pól měřené kapacity je připojen ke generátoru s trojúhelníkovým napětím o konstantní amplitudě na výstupu, který je přes invertující zesilovač připojen na jeden pól normálové kapacity, zatímco zbývající póly obou kapacit jsou připojeny přes převodník proudu na napětí a synchronní detektor k vyhodnocovací jednotce, jejíž první výstup je připojen k druhému vstupu invertujícího zesilovače.

Zapojení měřiče kapacity podle vynálezu bude dále popsáno se zřetelem k vyobrazení, ke na obr. 1 je znázorněno zapojení podle vynálezu a na obr. 2 zapojení operačního zesilovače s příčnými odpory.

Generátor **1** je svým prvním výstupem **2** připojen jednak k prvnímu vstupu invertujícího zesilovače **4**, jednak k měřené kapacitě **3**. Výstup invertujícího zesilovače **4** je připojen k normálové kapacitě **5**. Oba zbývající póly kapacit **3**, **5** jsou připojeny ke vstupu převodníku **6** proudu na napětí, jehož výstup je přes synchronní detektor **7** připojen k vyhodnocovací jednotce **9**, který svým prv-

ním výstupem 10 je připojen k druhému vstupu invertujícího zesilovače 4. Druhý výstup 8 generátoru 1 je připojen na druhý vstup synchronního detektoru 7.

Invertující zesilovač 4 s číslicově řízeným ziskem může být realizován například zapojením s operačním zesilovačem podle obr. 2. Vstup 12 je přes odpor 13 připojen k invertujícímu vstupu 15 operačního zesilovače 14, jehož neinvertující vstup 16 je uzemněn. Výstup 17 je zpětnovazební smyčkou spojen přes dva podélné odpory 18, 19 s invertujícím vstupem 15 operačního zesilovače 14. Mezi podélné odpory 18, 19 je připojena soustava paralelních příčných odporů 20 přes spínače 21 k bodu 22 o konstantním potenciálu, například země.

Generátor 1 v zapojení měřiče kapacity podle vynálezu dává na svém výstupu 2 měřicí napětí trojúhelníkového průběhu a na pomocném výstupu 8 synchronního napětí obdélníkového průběhu, přičemž hrany obdélníků časově odpovídají vrcholům trojúhelníků. Měřicí napětí z výstupu 2 se vede jednak na měřenou kapacitu 3, na které je při měření vždy konstantní napětí bez ohledu na její velikost, jednak na vstup invertujícího zesilovače 4 s říditelným ziskem. Na výstupu invertujícího zesilovače 4 je tedy trojúhelníkové napětí s opačnou fází než je na jeho vstupu a amplituda tohoto výstupního napětí je nastavitelná. Výstupní napětí z invertujícího zesilovače 4 se vede na normálovou kapacitu 5 o známé velikosti.

Proudy, které protékají kapacitami 3 a 5 mají obdélníkový průběh a sčítají se ve vstupu převodníku 6 proudu na napětí. Vzhledem k opačné fázi napětí na kapacitách 3 a 5 mají i protékající proudy navzájem opačné směry, takže do vstupu převodníku 6 proudu na napětí teče ve skutečnosti rozdíl obou proudů. Napětí na výstupu převodníku 6 má stejný časový průběh jako rozdíl přitékajících proudů a vede se na vstup synchronního detektoru 7. Jeho synchronizační vstup je napájen z pomocného výstupu 8 a generátoru 1. Výstupní napětí ze synchronního detektoru 7 se vede například do vyhodnocovací jednotky 9, která mění pomocí svého prvního výstupu 10 zesílení zesilovače 4 tak dlouho, až výstupní napětí ze synchronního detektoru 7 klesne na nulu. Vyhodnocovací jednotka 9 dává na svém druhém výstupu 11 informaci o velikosti zesílení, nastaveného v invertujícím zesilovači 4. Označíme-li absolutní hodnotu tohoto zesílení A_u , normálovou kapacitu C_n a měřenou kapacitu C_x , platí vztah $C_x = A_u \cdot C_n$.

Výstup vyhodnocovací jednotky 9 může být s výhodou číslicový, například v kódu BCD. Tento číslicový výstup může pak jednak ovládat po skocích zesílení invertujícího zesilovače 4, jednak budít přímo číslicový zobrazovač, popřípadě i výstupní sběrnici pro

zařízení sběru dat. Invertující zesilovač 4 s číslicově řízeným ziskem lze s výhodou realizovat operačním zesilovačem 14 podle obr. 2. Vstupní napětí 12 se vede přes vstupní odpor 13 na invertující vstup 15 operačního zesilovače 14, jehož neinvertující vstup 16 je uzemněn, popřípadě připojen na vhodný konstantní potenciál. Ve zpětnovazební smyčce, zapojené mezi výstup 17 a invertující vstup 15 operačního zesilovače 14, jsou dva podélné odpory 18, 19 a mezi nimi sada příčných odporů 20, takže zpětnovazební smyčka tvoří článek typu T. Příčné odpory 20 se připínají pomocí sady spínačů 21 k bodu 22 s potenciálem země, popřípadě s jiným vhodným konstantním potenciálem. Označíme-li velikost vstupního odporu 13 jako R_1 , velikost prvního podélného odporu 18 jako R_2 , velikost druhého podélného odporu 19 jako R_3 a vodivost všech momentálně paralelně propojených příčných odporů R_{20} jako G , pak zesílení celého zesilovače podle obr. 2 bude pro střídavé signály dáno vztahem $A_u = (R_2 + R_3 + R_2 \cdot R_3 \cdot G) / R_1$, to jest napěťové zesílení je lineární funkcí výsledné vodivosti G všech v daném okamžiku paralelně propojených příčných odporů R_{20} . Absolutní člen uvedené závislosti o velikosti $(R_2 + R_3) / R_1$ se dá vykompenzovat zavedením pomocné dolaďovací kapacity $C_o = (R_2 + R_3) C_n / R_1$ paralelně k měřené kapacitě C_x . Měřená kapacita C_x je potom přímo úměrná vodivosti G podle vztahu $C_x = R_2 \cdot R_3 \cdot G \cdot C_n / R_1$.

Zisk zesilovače, který napájí trojúhelníkovým napětím měřenou kapacitu, se řídí připojováním odporů, jejichž vodivosti jsou úměrné váze bitů, řídicích připojování řečkových odporů příslušnými spínači, přičemž váha bitů v binárním nebo binárně dekadickém kódu odpovídá velikosti měřené kapacity.

Při vyšších měřicích kmitočtech dochází vlivem omezeného kmitočtového pásma, přenášeného operačním zesilovačem 14, k nežádoucímu fázovému posunu v jeho přenosu, takže jeho výstupní napětí není oproti vstupnímu napětí posunuto přesně o 180° a jeho tvar není přesně trojúhelníkový. Malé zkreslení tohoto typu se vykompenzuje tím, že se paralelně ke každému ze sady příčných odporů 20 připojí nastavitelná kapacita, kterou se přenos zesilovače podle obr. 2 upraví tak, aby napětí na výstupu 17 mělo oproti napětí na vstupu 12 fázový posun přesně 180° . Přitom se docílí i správného trojúhelníkového tvaru napětí na výstupu 17.

Vzhledem k trojúhelníkovému průběhu měřicích napětí a k obdélníkovému průběhu výstupního a synchronizačního napětí lze fázové poměry velmi snadno kontrolovat, popřípadě nastavovat za pomoci dvou-paprskového, popřípadě více-paprskového osciloskopu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení měřiče kapacity, vyznačené tím, že jeden pól měřené kapacity (3) je připojen ke generátoru (1) s trojúhelníkovitým napětím o konstantní amplitudě na výstupu (2), který je přes invertující zesilovač (4) připojen na jeden pól normálové kapacity (5), zatímco zbývající póly obou kapacit (3, 5) jsou připojeny přes převodník (6) proudu na napětí a synchronní detektor (7) k vyhodnocovací jednotce (9), jejíž první výstup (10) je připojen k druhému vstupu invertujícího zesilovače (4).

2. Zapojení měřiče kapacity podle bodu 1, vyznačené tím, že invertující zesilovač (4)

je tvořen operačním zesilovačem (14), v jehož zpětnovazební smyčce mezi výstupem (17) a invertujícím vstupem (15) jsou zapojeny do série dva podélné odpory (18, 19), mezi které je připojena soustava paralelních odporů (20), jejichž opačné konce jsou připojeny přes spínače (21), například tranzistory v inverzním zapojení do bodu (22) o konstantním potenciálu.

3. Zapojení měřiče kapacity podle bodu 2, vyznačené tím, že k soustavě paralelních odporů (20) jsou paralelně připojeny nastavitelné kapacity.

1 list výkresů
