



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230 067

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 06 05 82
(21) PV 3294-82

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

(40) Zveřejněno 25 11 83
(45) Vydáno 01 04 86

(75)
Autor vynálezu

BOHÁČEK JAROSLAV doc.ing.CSc., PRAHA

(54) Transformátorový můstek

Vynález řeší zapojení transformátorového můstku pro přesné měření impedancí malých hodnot.

Jeho podstata spočívá v tom, že měřená impedance je zapojena v serii s primárním vinutím proudového komparátoru a referenční impedance je zapojena v serii se sekundárním vinutím proudového komparátoru. Svorky srovnávaných impedancí spojené s vinutími proudového komparátoru jsou udržovány na nulovém potenciálu pomocí dvou zdrojů malého regulovatelného napětí.

Vynález se týká zapojení transformátorového můstku pro přesné měření impedancí malých hodnot.

K přesnému měření malých impedancí se v současné době nejčastěji používá dvojitých transformátorových můstků. Zpravidla se používá můstků, které jsou střídavou analogií Thomsonova můstku s několikadekadovými indukčními děliči místo odporevých poměrových ramen. Hlavní nevýhodou těchto můstků je, že při jejich realizaci nelze vystačit s jediným indukčním děličem. Další nevýhodou je, že ani ve vyváženém můstku měřená a referenční impedance nemohou být současně jednou svorkou na nulovém potenciálu. Tuto nevýhodu částečně odstraňuje zapojení transformátorového můstku se zesilovači s jednotkovým zesílením, které udržují svorky měřené a referenční impedance na nulovém potenciálu. Uvedené zapojení však není dostatečně stabilní.

Tento problém řeší transformátorev můstek tvořený indukčním děličem, jehož první vstupní svorka je přes první referenční impedanci spojena s koncem prvního sekundárního vinutí proudového komparátoru a druhá vstupní svorka je uzemněna. Začátek prvního sekundárního vinutí proudového komparátoru a první vstupní svorka indukčního děliče jsou napojeny na zdroj pomocného napětí. Začátek primárního vinutí proudového komparátoru je napojen na první měřicí svorku a druhá měřicí svorka s koncem primárního vinutí proudového komparátoru jsou napojeny na zdroj napájecího napětí. K detekčnímu vinutí proudového komparátoru je připojen detektor komparátoru, podle vynálezu. Jeho podstatou spočívá v tom, že první odbočka indukčního děliče je přes první indikátor spojena s druhou měřicí svorkou a druhá odbočka indukčního děliče je přes druhou referenční impedanci spojena

s koncem druhého sekundárního vinutí proudového komparátoru, jehož začátek je připojen k začátku prvního sekundárního vinutí, jehož konec je přes třetí indikátor spojen s druhou vstupní svorkou indukčního děliče. Druhá vstupní svorka je přes druhý zdroj regulovatelného napětí spojena se začátky sekundárních vinutí proudového komparátoru. Začátek primárního vinutí proudového komparátoru je přes druhý detektor spojen se zemnicí svorkou, k níž je připojen jeden pól prvního zdroje regulovatelného napětí, jehož druhý pól je připojen ke konci primárního vinutí proudového komparátoru.

Měřená impedance je v sérii s primárním vinutím proudového komparátoru a referenční impedance jsou v sérii s vinutími sekundárními. Svorky srovnávaných impedancí spojené s vinutími proudového komparátoru jsou udržovány na nulovém potenciálu dvěma zdroji regulovatelného napětí. K nastavení hlavní rovnováhy můstku slouží několikadekadový indukční dělič. Použitím tohoto děliče spolu s proudovým komparátorem v můstkovém zapojení se dosáhlo širšího měřicího rozsahu, než u běžných dvojitých transformátorových můstků.

Vynález je blíže objasněn na příkladu provedení pomocí připojeného výkresu.

Transformátorový můstek je tvořen indukčním děličem ID, jehož první vstupní svorka H je přes první referenční impedanci Z_n spojena s koncem prvního sekundárního vinutí SV₁ proudového komparátoru K. Konec prvního sekundárního vinutí SV₁ je dále přes třetí detektor D₃ spojen s druhou vstupní svorkou L indukčního děliče ID a se zemnicí svorkou. Mezi zemnicí svorkou a začátkem prvního sekundárního vinutí SV₁ je zapojen druhý zdroj ^{U₃} malého regulovatelného napětí U₃. Začátek primárního vinutí PV proudového komparátoru K je napojen na první měřicí svorku 1 a přes druhý detektor D₂ je spojen se zemnicí svorkou. Mezi zemnicí svorkou a koncem primárního vinutí PV komparátoru K je zapojen první zdroj malého regulovatelného napětí U₂. Druhá měřicí svorka 2 je přes první detektor D₁ spojena s první odbočkou O₁ indukčního děliče ID. Ke konci primárního vinutí PV

proudového komparátoru $\underline{K}$ a k druhé měřicí svorce $\underline{2}$ je připojen zdroj napájecího napětí $\underline{U}$ a dále k začátku prvního sekundárního vinutí $\underline{SV}_1$ proudového komparátoru $\underline{K}$ a k první vstupní svorce $\underline{H}$ indukčního děliče $\underline{ID}$ je připojen zdroj pomocného napětí $\underline{U}_1$. K detekčnímu vinutí $\underline{DV}$ proudového komparátoru $\underline{K}$ je připojen detektor $\underline{D}_4$ komparátoru. Mezi první a druhou měřicí svorku $\underline{1}$ a $\underline{2}$ je zapojena měřená impedance $\underline{Z}_x$. K začátku prvního sekundárního vinutí $\underline{SV}_1$ je připojen začátek druhého sekundárního vinutí $\underline{SV}_2$, jehož konec je přes druhou referenční impedanci $\underline{Z}$ spojen s druhou odbočkou $\underline{O}_2$ indukčního děliče $\underline{ID}$.

Při vyvažování můstku se nejprve nastavením vhodné amplitudy a vhodné fáze pomocného napětí $\underline{U}_1$ dosáhne stavu, kdy detektor $\underline{D}_4$ komparátoru připojený k detekčnímu vinutí $\underline{DV}$ proudového komparátoru $\underline{K}$ indikuje nulové napětí. Potom se vhodným nastavením odboček $\underline{O}_1$, $\underline{O}_2$ a regulovatelných napětí $\underline{U}_2$, $\underline{U}_3$ dosáhne nulových údajů prvního až třetího detektoru $\underline{D}_1$, $\underline{D}_2$ a $\underline{D}_3$. K současnemu dosažení nulových vychylek všech použitých detektorů $\underline{D}_1$ až $\underline{D}_4$ je třeba uvedený postup několikrát opakovat. V rovnováze platí

$$\hat{Z}_x = \frac{n}{p_1} \hat{Z}_n \frac{1}{1 + \frac{p_2}{p_1} m \frac{Z_n}{\hat{Z}}}$$

kde $\hat{Z}_x$ je hodnota měřené impedance $\underline{Z}_x$

$\hat{Z}_n$ a $\hat{Z}$ jsou hodnoty referenčních impedancí $\underline{Z}_n$ a $\underline{Z}$

n je dělicí poměr nastavený na první odbočce $\underline{O}_1$ indukčního děliče $\underline{ID}$,

m je dělicí poměr nastavený na druhé odbočce $\underline{O}_2$ indukčního děliče $\underline{ID}$,

p_1 je převod mezi primárním vinutím $\underline{PV}$ a prvním sekundárním vinutím $\underline{SV}_1$ proudového komparátoru $\underline{K}$ a

p_2 je převod mezi primárním vinutím $\underline{PV}$ a druhým sekundárním vinutím $\underline{SV}_2$ proudového komparátoru $\underline{K}$.

Vzhledem k tomu, že ve vyváženém můstku jsou na druhém a třetím detektoru $\underline{D}_2$ a $\underline{D}_3$ nulová napětí, měřená impedance $\underline{Z}_x$ i první referenční impedance $\underline{Z}_n$ jsou ve vyváženém můstku jednou

svorkou na nulovém potenciálu. Na indukčním děliči ID je stejné napětí, jako kdyby byl připojen přímo paralelně k první referenční impedanci Z_n . Proti zapojení paralelně k první referenční impedanci Z_n má však použité zapojení tu výhodu, že proud tekoucí indukčním děličem ID nevstupuje dále do prvního sekundárního vinutí SV_1 proudového komparátoru K a neovlivňuje tudíž rovnováhu můstku.

Zapojení podle vynálezu je určeno k přesnému měření elektrického odporu, elektrické kapacity a vlastní indukčnosti.

Transformátorový můstek tvořený indukčním děličem, jehož první vstupní svorka je přes první referenční impedanci spojena s koncem prvního sekundárního vinutí proudového komparátoru a druhá vstupní svorka je uzemněna, zatímco začátek prvního sekundárního vinutí proudového komparátoru a první vstupní svorka indukčního děliče jsou napojeny na zdroj pomocného napětí, přičemž začátek primárního vinutí proudového komparátoru je napojen na první měřicí svorku a druhá měřicí svorka s koncem primárního vinutí proudového komparátoru jsou napojeny na zdroj napájecího napětí a dále k detekčnímu vinutí proudového komparátoru je připojen detektor komparátoru, vyznačený tím, že první odbočka $/O_1/$ indukčního děliče $/ID/$ je přes první indikátor $/D_1/$ spojena s druhou měřicí svorkou $/2/$ a druhá odbočka $/O_2/$ indukčního děliče $/ID/$ je přes druhou referenční impedanci $/Z/$ spojena s koncem druhého sekundárního vinutí $/SV_2/$ proudového komparátoru $/K/$, jehož začátek je připojen k začátku prvního sekundárního vinutí $/SV_1/$, jehož konec je přes třetí indikátor $/D_3/$ spojen s druhou vstupní svorkou $/L/$ indukčního děliče $/ID/$, která je přes druhý zdroj regulovatelného napětí $/U_3/$ spojena se začátky sekundárních vinutí $/SV_1$ a $SV_2/$ proudového komparátoru $/K/$, jehož začátek primárního vinutí $/PV/$ je přes druhý detektor $/D_2/$ spojen se zemnicí svorkou, k níž je připojen jeden pól prvního zdroje regulovatelného napětí $/U_2/$, jehož druhý pól je připojen ke konci primárního vinutí $/PV/$ proudového komparátoru $/K/$.

1 výkres

