



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207 541

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 06 06 79
(21) PV 3872-79

(51) Int. Cl.¹ G 05 B 1/01
G 01 R 27/08
G 01 R 27/16

(40) Zveřejněno 30 06 80
(45) Vydáno 01 12 83

(75)

Autor vynálezu

UHLÍŘ KAREL ing. CSc., DAVLE

KOLLINER RENÉ ing.

ŠOB JOSEF ing., PRAHA

(54) Zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými prahovými hodnotami

1

Vynález se týká zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými prahovými hodnotami, určené zejména pro automatickou kontrolu správnosti a kvality propojovacích sítí elektrických zařízení, odolného proti přítomnosti silných rušivých polí, vhodného zejména pro automatickou kontrolu kvality propojovacích sítí, například pro kontrolu neosazených desek plošných spojů, pro kontrolu kabeláže zapojených modulů, roštů a podobně.

Při testování správnosti a kvality rozsáhlých elektrických propojovacích sítí (s rozsahem řádu 10.000 vývodů), jako jsou vícevrstvé desky plošných spojů, kabeláže modulů, roštů a skříní, je pro vysokou pracnost, danou velkým počtem měřících kroků pro 100 % otestování sítě, nutno používat automatických měřících zařízení. Dosud se obvykle používá zařízení, jimiž se pouze kontroluje, zda se signály o příslušných úrovních šíří testovanou sítí tak, jak bylo předepsáno ve výrobním podkladu sítě. Výrobní podklady, obvykle ve formě seznamu spojů, se zavádějí do automatických testovacích zařízení pomocí děrné pásky. Takováto kontrola v některých případech již plně nevyhovuje.

Hlavní nevýhoda výše uvedeného řešení je, že zařízení neindikuje překročení přípustných mezí odporů souvislých spojů, nebo přípustné izolace mezi jednotlivými spoji měřené sítě. Tímto způsobem nelze posoudit kvalitu vyrobené sítě, což je nevýhodné zejména při

testování kvality sítí na tištěných spojích, kde skryté chyby typu "nekvalitní spoj" a "nekvalitní izolace" jsou dosti časté. Četnost chyb vzrůstá s počtem vrstev tištěných spojů. Navíc u většiny analogových elektronických obvodů, realizovaných na tištěných spojích, je nutné měřit přechodové odpory sítě a vyřazovat ty výrobky, u kterých jsou překročeny povolené prahové hodnoty odporů v síti.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými prahovými hodnotami podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že kontrolovaná jednotka je přes alespoň jednu měřicí svorku připojena na alespoň jeden vstup matice adresovatelných spínačů, jejíž první výstup je spojen s prvním vstupem stabilizátoru měřicího napětí a proudu, přičemž výstup stabilizátoru měřicího napětí a proudu je napojen na první vstup matice adresovatelných spínačů. Zároveň je druhý a třetí výstup matice adresovatelných spínačů spojen s prvním a druhým vstupem zesilovače napětí, její čtvrtý výstup je propojen se vstupem proudové napěťového převodníku a její sběrnicový vstup je napojen na sběrnicový výstup centrální řídicí jednotky. Výstup proudové napěťového převodníku je napojen na první vstup prvního klíčovaného derivačního článku a výstup zesilovače napětí je napojen na první vstup druhého klíčovaného derivačního článku, přičemž výstupy klíčovaných derivačních článků jsou napojeny na první vstup prvního zesilovače se řízeným ziskem. Výstupy prvního a druhého zesilovače se řízeným ziskem jsou připojeny na první a druhý vstup přepínače funkce, jenž je svým alespoň jedním výstupem zapojen na první vstup komparátoru. Výstup komparátoru je potom spojen s výstupem zdroje referenčního napětí, jehož alespoň jeden výstup je zapojen na alespoň jeden vstup centrální řídicí jednotky. Druhý a třetí výstup centrální řídicí jednotky jsou spojeny s druhými vstupy prvního a druhého klíčovaného derivačního článku, přičemž její čtvrtý a pátý výstup je napojen na druhý vstup prvního a druhého zesilovače se řízeným ziskem. Zároveň je její šestý výstup zapojen na třetí vstup přepínače funkce a její první výstup na druhý vstup stabilizátoru měřicího napětí a proudu, přičemž alespoň jeden sběrnicový vstup/výstup centrální řídicí jednotky je napojen na alespoň jeden sběrnicový vstup/výstup řídicího počítače.

Podle výše popsané podstaty vynálezu je možné zavést signál ze stabilizátoru napětí a proudu s obdélníkovou zatěžovací charakteristikou do měřených úseků kontrolované jednotky, odkud je dále signál rozveden do řetězců, složených ze zesilovačů se řízeným ziskem, klíčovaných derivačních článků, komparátoru a centrální řídicí jednotky. Výhodou uvedeného zařízení podle vynálezu je možnost účinného potlačení silných rušivých signálů, vzniklých působením elektromagnetických polí na testovanou síť a vlastní zařízení, což vede ke zpřesnění komparace a dosažení příznivějších krajních hodnot nastavitelných a programovatelných ohmických prahů, včetně možnosti zvýšení rychlosti měření. Vzhledem k možnému velkému počtu měření je nutné co největší zvýšení rychlosti při testování propojených sítí. Další výhodou uvedeného zařízení v zapojení podle vynálezu je skutečnost, že centrální řídicí jednotka je schopná přes svoji výstupní sběrnici předat všechny informace o naměřených hodnotách v měřené síti počítači, který zpracovává a zaznamenává výsledky na některém svém výstupním zařízení, například tiskárně, displeji. Počítač může případně zprostředko-

vat převedení naměřených hodnot do děrné pásky nebo provést záznam hodnot do jiného záznamového média, v předem zvolené a vybrané formě. Další podstatnou výhodou uvedeného zařízení je možnost napojení více zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými hodnotami na jeden počítač nebo mikroprocesorový řídicí systém. Prahové hodnoty odporových hodnot je možno zadávat programovými prostředky z počítače, nebo z řídicích mikroprocesorových jednotek.

Jedno z možných zapojení zařízení podle vynálezu je znázorněno na připojeném výkrese.

Podle obrázku je kontrolovaná jednotka 1 přes alespoň jednu měřicí svorku 11, 12, 13 až 1N připojena na alespoň jeden vstup 21, 22, 23 až 2N matice 2 adresovatelných spínačů. Prvý výstup 212 matice 2 adresovatelných spínačů je napojen na první vstup 32 stabilizátoru 3 měřicího napětí a proudu, přičemž výstup 31 stabilizátoru 3 měřicího napětí a proudu je napojen na první vstup 211 matice 2 adresovatelných spínačů, a přičemž její druhý a třetí výstup 214 a 215 je spojen s prvním a druhým vstupem 52 a 53 zesilovače 5 napětí a její čtvrtý výstup 213 je propojen se vstupem 102 proudové napěťového převodníku 10 a její sběrnicový vstup 216 je napojen na sběrnicový výstup 402 centrální řídicí jednotky 4, přičemž výstup 101 proudové napěťového převodníku 10 je propojen na první vstup 112 prvního klíčovaného derivačního článku 11 a výstup 51 zesilovače 5 napětí je napojen přes první vstup 62 na druhý klíčovaný derivační článek 6. Výstupy 111 a 61 klíčovaných derivačních článků 11 a 6 jsou propojeny na první vstup 122 prvního zesilovače 12 se řízeným ziskem a na první vstup 73 druhého zesilovače 7 se řízeným ziskem, přičemž jejich výstupy 121 a 71 jsou připojeny na první a druhý vstup 82 a 83 přepínače 8 funkce. Přepínač 8 funkce je alespoň jedním svým výstupem 81 zapojen na první vstup 92 komparátoru 9, jehož druhý vstup 93 je spojen s výstupem 131 zdroje 13 referenčního napětí a jehož alespoň jeden výstup 91 je zapojen na alespoň jeden vstup 47 centrální řídicí jednotky 4. Druhý a třetí výstup 42 a 43 centrální řídicí jednotky 4 jsou pak spojeny s druhými vstupy 113 a 63 prvního a druhého klíčovaného derivačního článku 11 a 6, přičemž její čtvrtý a pátý výstup 44 a 45 jsou spojeny s druhými vstupy 122 a 72 prvního a druhého zesilovače 12 a 7 se řízeným ziskem a zároveň je její šestý výstup 46 zapojen na třetí vstup 84 přepínače 8 funkce a první výstup 41 na druhý vstup 33 stabilizátoru 3 měřicího napětí a proudu. Sběrnicový vstup/výstup 401 centrální řídicí jednotky 4 je napojen na alespoň jeden sběrnicový vstup/výstup 141 řídicího počítače 14. Zároveň může být sběrnicový vstup/výstup 141 řídicího počítače 14 napojen svými vstupy/výstupy 402 až 40N na množinu nezávislých řídicích jednotek 151 až 15N. Řídicí počítač 14 může být tvořen mikroprocesorem a pomocnými řídicími pamětovými a komunikačními obvody a moduly.

Zařízení podle vynálezu pracuje dále uvedeným způsobem. Centrální řídicí jednotka 4 zvolí, podle zadaného programu z počítače nebo mikroprocesorové soustavy 14, druh testu a způsob měření, a to buď měření odporu souvislosti, nebo měření odporu izolace, a nastaví svým výstupem 46 přepínač 8 do požadovaného a předem určeného stavu. Zároveň centrální řídicí jednotka 4 nastaví pomocí svých výstupů 44 a 45 požadované zisky zesilovačů 7 a 12

207 541

se řízenými zisky, čímž se provede předvolba požadované prahové hodnoty pro měření elektrické sítě v kontrolované jednotce 1. Po nastavení přepínače 8 funkce a nastavení zisku zesilovačů 7 a 12 se řízenými zisky vyšle centrální řídící jednotka 4 na svou výstupní sběrnici 402 adresy nebo pseudo-adresy alespoň dvou bodů, které odpovídají daným měřicím svorkám 11 až 1N, a zároveň dá povel k sepnutí příslušných spínačů adresovatelné matice spínačů 2. Měří-li se souvislost sítě, pak stabilizátor 3 měřicího napětí a proudu zavede do testovaného úseku v kontrolní jednotce 1 proud o známé a předem zvolené hodnotě. Mezi výstupními svorkami 214 a 215 adresovatelné matice spínačů 2 se sejme zesilovačem 5 úbytek napětí, úměrný měřenému a předem neznámému odporu. V prvním klíčovaném derivačním článku 6 se potlačí superponované rušivé napětí a v zesilovači 7 se řízeným ziskem se provede kalibrace na zvolený a předem nastavený odporový práh, přičemž následně komparátor 9 rozhodne, zda měřený odpor úseku sítě byl v povolené toleranci, případně určí jeho absolutní velikost. Výsledek komparace se sdělí přes centrální řídící jednotku 4 do počítače 14 přes obousměrnou sběrnici 141 - 401. V počítači 14 se provede požadované vyhodnocení, a to buď všech měřených hodnot, nebo pouze chybových stavů, včetně odpovídajících hodnot. Obdobně se provádí měření a porovnávání odporů izolace, pouze s tím rozdílem, že se na testovaný úsek v kontrolní jednotce 1, to je na úsek sítě mezi dvěma vybranými svorkami 11 až 1N, přivede ze stabilizátoru 3 měřicího napětí a proudu známé napětí a proudově napětovým převodníkem 10 se snímá velikost svodového odporu na výstupu 213 matice 2 adresovatelných spínačů. Následuje opět potlačení rušivých vlivů a signálů ve druhém klíčovaném derivačním článku 11, kalibrace ve druhém zesilovači 12 se řízeným ziskem a následné porovnávání v komparátoru 9. Výstup komparátoru 91 je opět připojen na vstup 47 centrální řídící jednotky 4, pomocí které se naměřené hodnoty opět přenesou do počítače 14. Při použití vhodných elektronických součástek, například tranzistorů, integrovaných obvodů TTL a CMOS a vhodného uspořádání obvodů, lze jednotlivé měřicí kroky provádět rychle, řádově s opakovací frekvencí od 10 kHz do 100 kHz, což je pro automatické testování rozsáhlých sítí nezbytné a nutné.

Obvykle se provede nejdříve úplný test na souvislost a potom následně kontrola na izolaci. V tomto případě není nutné provádět kontrolu všech měřicích svorek v síti na izolaci, nýbrž postačí pro úplný test kontrola pouze mezi jedním bodem každého spoje, změřeného předem již na souvislost. Čas testu na izolaci se tím podstatně zkrátí, jak dále ukážeme. Pro kontrolu na svod i souvislost metodou "každá svorka s každou" sítě, která má n svorek, je třeba

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} \quad \text{měřicích kroků.}$$

Přitom test souvislosti obsahuje nejvýše $(n-1)$ kroků. Jestliže průměrně p svorek bude v síti spojeno do souvislých obrazců, bude pro kontrolu izolace třeba

$$\binom{n/p}{2} = \frac{n}{2p} \left(\frac{n}{p} - 1 \right),$$

to je celkem nejvýše $n-1 + \frac{n}{2p} \left(\frac{n}{p} - 1 \right)$ kroků.

Například 100 % testování sítě s $n = 10.000$ svorek by metodou "každý bod s každým" vyžadovalo $49,995 \cdot 10^6$ kroků, zatímco již při průměrném počtu spojených svorek $p = 4$ to bude, při rozdělení na test souvislosti a izolace, pouze $3,134 \cdot 10^6$ kroků, což je více jak desetkrát méně.

Z fyzikálního hlediska vychází zařízení ze známé čtyřdrátové Kelvinovy měřicí metody, až na vlastní měřicí svorku (hrot), která je provedena jednodrátovým způsobem. Tato modifikace je účelná proto, že přechodový odpor mezi měřicím hrotem (svorkou) a vývodem testované sítě a odpor vlastního hrotu (svorky) je malý, řádově desetin m (maximálně jednotky), zatímco odpor polovodičového spínače je o několik řádů vyšší a navíc může být silně teplotně závislý, takže většinou je hlavní příčinou chyb při měření.

Zařízení podle vynálezu lze uplatnit a využívat v mnoha odvětvích elektrotechnického průmyslu, zejména pro měření a porovnávání elektrických vlastností jednoduchých i velmi složitých dvou i vícevrstevných desek s tištěnými spoji a zapojovacími kabelážemi. Zařízení je možno modulárně rozšiřovat, přičemž na jeden počítač nebo mikroprocesorovou soustavu lze napojit několik nezávislých zařízení a provádět měření a přenos informací ve sdílení času.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými prahovými hodnotami, určené zejména pro automatickou kontrolu správnosti a kvality propojovacích sítí elektrických zařízení, vyznačené tím, že kontrolovaná jednotka (1) je přes alespoň jednu měřicí svorku (11, 12, 13 až 1N) zapojena na alespoň jeden vstup (21, 22, 23 až 2N) matice (2) adresovatelných spínačů, jejíž první výstup (212) je napojen na první vstup (32) stabilizátoru (3) měřicího napětí a proudu, přičemž výstup (31) stabilizátoru (3) měřicího napětí a proudu je napojen na první vstup (211) matice (2) adresovatelných spínačů, přičemž její druhý a třetí výstup (214, 215) je spojen s prvním a druhým vstupem (52, 53) zesilovače (5) napětí a její čtvrtý výstup (213) je propojen se vstupem (102) proudově napěťového převodníku (10) a její sběrnicový vstup (216) je napojen na sběrnicový výstup (402) centrální řídicí jednotky (4), přičemž výstup (101) proudově napěťového převodníku (10) je propojen na první vstup (112) prvního klíčovaného derivačního článu (11) a výstup (51) zesilovače (5) napětí je napojen přes první vstup (62) na druhý klíčovaný derivační článek (6), jejichž výstupy (111, 61) jsou propojeny na první vstup (122) prvního zesilovače (12) se řízeným ziskem a na první vstup (73) druhého zesilovače (7) se řízeným ziskem, přičemž výstupy (121, 71) prvního a druhého zesilovače (12, 7) se řízeným ziskem jsou propojeny na první a druhý vstup (82, 83) přepínače (8)

207 541

funkce, jenž je svým alespoň jedním výstupem (81) zapojen na první vstup (92) komparátoru (9), jehož druhý vstup (93) je spojen s výstupem (131) zdroje (13) referenčního napětí a jehož alespoň jeden výstup (91) je zapojen na alespoň jeden vstup (47) centrální řídicí jednotky (4), jejíž druhý a třetí výstup (42, 43) jsou spojeny s druhými vstupy (113, 63) prvního a druhého klíčovaného derivačního članku (11, 6), přičemž čtvrtý a pátý výstup (44, 45) centrální řídicí jednotky (4) jsou spojeny s druhými vstupy (123, 72) prvního a druhého zesilovače (12, 7) se řízeným ziskem a zároveň šestý výstup (46) centrální řídicí jednotky (4) je zapojen na třetí vstup (84) přepínače (8) funkce a první výstup (41) na druhý vstup (33) stabilizátoru (3) měřicího napětí a proudu, přičemž alespoň jeden sběrnicový vstup/výstup (401) centrální řídicí jednotky (4) je napojen na alespoň jeden sběrnicový vstup/výstup (141) řídicího počítače (14).

2. Zařízení pro porovnávání a měření elektrických odporů s nastavitelnými prahovými hodnotami podle bodu 1, vyznačené tím, že na sběrnicový vstup/výstup (141) řídicího počítače (14) je napojena množina nezávislých centrálních řídicích jednotek (151 až 15N), a to svými vstupy/výstupy (402 až 40N).

1. výkres

