

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2013-313

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H05B 41/40 (2006.01)
H01F 29/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

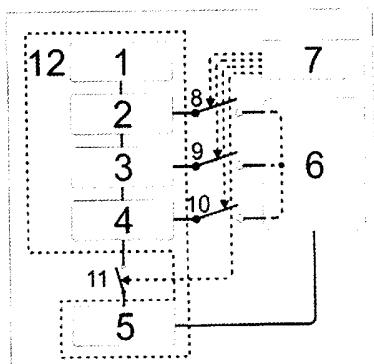
(22) Přihlášeno: **26.04.2013**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **03.12.2014**
(Věstník č. 49/2014)

(71) Přihlašovatel:
CAUTUM s.r.o., Praha 3, CZ

(72) Původce:
Ing. Robert Frischer, Ph.D., Český Těšín, CZ
Lukáš Duží, Ostrava, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Přepínání výstupního napětí transformátoru
bez přerušení dodávky energie**

(57) Anotace:
Vynález se týká spínání elektrické zátěže v obvodech střídavého proudu. Prezentovaný způsob spínání je zaměřen na přepínání odboček sekundárního vinutí transformátoru s připojenou zátěží. Cílem je přepnutí zátěže z jedné odbočky transformátoru na jinou odbočku pod plným zatížením bez přerušení dodávky energie do této zátěže. Způsob přepínání je využitelný především tam, kde je potřeba řídit výkon na zátěži jejím přepínáním na různá napájecí napětí, jako u regulace výkonu osvětlovacích těles, kdy lze nechat osvětlovací tělesa naběhnout pod plným napětím a poté, bez výpadku napájecího napětí, provést jejich přepnutí na nižší napájecí napětí. Dále je touto cestou možné řídit příkon točivých strojů.



Název vynálezu:

Přepínání výstupního napětí transformátoru bez přerušení dodávky energie

5 **Původce:** Robert Frischer, Lukáš Duží, Zdeněk Sobek, Vladan Pitel

Příhlašovatel: Cautum s.r.o., IČO: 29014646, se sídlem Kubelíkova 1224/42, Praha 3

Oblast techniky

- 10 Technické řešení se týká spínání elektrické zátěže v obvodech střídavého proudu. Spínání elektrické zátěže pomocí stykačů je dnes v podstatě jediná možnost dlouhodobého spínání zátěží v obvodech střídavého proudu. Prezentovaná metoda spínání je zaměřena na přepínání odboček sekundárního vinutí transformátoru s připojenou zátěží. Cílem metody je přepnutí zátěže z jedné odbočky transformátoru na jinou odbočku pod plným zatížením bez přerušení
- 15 dodávky energie do této zátěže.

Dosavadní stav techniky

- V případě, že je potřeba omezit příkon elektrické zátěže v obvodu střídavého proudu se používá zařízení s názvem reduktor, nebo regulátor příkonu. Toto zařízení je připojeno mezi
- 20 přívodní elektrickou sítí uživatele a zařízení (zátěž), které má mít omezený příkon. Jinak definováno, zapojeno v sérii mezi přívodním napájecím napětím a cílovým zařízením. Tyto reduktory jsou rozšířené v osvětlovacích obvodech, obvodech s rotačními stroji (motory, kompresory apod.) popř. v obvodech kombinovaných. Reduktor je schopen omezit výstupní proud do zátěže a tím snížit její příkon. Jedná se tedy o zařízení pro úsporu elektrické energie.
- 25 V současné době jsou známy dva typy regulátorů příkonu.

- První variantou jsou regulátory pracující na bázi transformátorů (popř. autotransformátorů), snižující výstupní napětí ve skocích (nejčastěji po 10V a více). Výstupní napětí je definováno použitým transformátorem a jeho odbočkami. Jedná se o běžná zapojení transformátorů (autotransformátorů) s odbočkami na napětích většinou neklesajících pod
- 30 200V s připojeným vstupním střídavým fázovým napětím a připojeným zemnicím (nulovým) vodičem. Počet odboček je definován výrobcem transformátoru a běžně se jejich počet pohybuje v rozmezí 3 – 10. Větší počet výstupních napětí (odboček) je neekonomický a proto není běžně používán. Neekonomičnost spočívá ve zvětšování objemu transformátoru (autotransformátoru) přidáváním odboček zhotovených z vodiče, jehož průřez musí být
- 35 dimenzován na procházející proud. Roste tedy hmotnost celého transformátoru díky přidané mědi (popř. Al) a následně hmotnost jádra, které musí být adekvátně zvětšeno z důvodu umístění odboček. Elektrická zátěž je připojována na jednotlivé odbočky s různým napětím a podle toho je možné snižovat, nebo zvyšovat její příkon. Tyto regulátory jsou jednoduše řešené, robustní a spolehlivé. Pracovní proudy se pohybují v řádech stovek ampér. Zásadní nevýhodou je skoková regulace napětí, což nemusí být ve všech případech žádoucí. Skokovou regulací se rozumí změna napětí na elektrické zátěži ve skocích, nespojitě. Například přepnutí elektrické zátěže (žárovky) z odbočky s napětím 225V na odbočku s napětím 205V způsobí
- 40

zaregistrovatelný pokles svítivosti a pokud je přepnutí z jednoho napětí na druhé pomalé, vznikne i bliknutí způsobené přerušením elektrického proudu v obvodu.

Druhou variantou jsou elektronické regulátory, pracující na principu spínání výkonovými polovodičovými prvky. Tento typ regulátorů je schopen jemné změny výstupního napětí a tím i výstupního výkonu. Zásadní nevýhodou je složitá obvodová konstrukce a omezené výstupní proudy v řádech desítek ampér. Samozřejmě existují i polovodičové spínací prvky schopné spínat i mnohem větší proudy, ale jejich řízení je podstatně složitější. Spínání velkých proudů sebou nese i nevýhodu v tom, že takovýto regulátor není schopen spínat naopak proudy velmi malé. Polovodičový prvek schopný spínat proudy v řádu stovek ampér nebude schopen spínat proudy v řádu jednotek ampér. U velkých spínaných proudů také roste elektromagnetické rušení vznikající strmými proudovými rázy při spínání proudu zátěže.

U transformátorových reduktorů příkonu je bezpodmínečně nutné přepnout z plného napájecího napětí do redukováného stavu v co nejkratším čase. Toto je z důvodu toho, že světla veřejného osvětlení (obecně osvětlení – zářivky, výbojková tělesa apod.) potřebují určitý čas na náběh do pracovního režimu. Tím je myšlena doba potřebná pro zahřátí výbojky (obecně osvětlovacího tělesa) na pracovní teplotu a pokles startovacích proudů na běžnou pracovní úroveň. Pokud se při přepnutí do stavu redukováného příkonu nedodrží určitý minimální čas, světla vypnou a náběh již poté není zaručen. Vypnutí osvětlovacích těles je v tomto případě způsobeno přerušením toku elektrického proudu v obvodu z důvodu prodlevy přepínání z jedné odbočky transformátoru na druhou. Vzhledem k tomu, že stav redukováného příkonu je definován i nižším napájecím napětím osvětlovacích těles, vypnutá osvětlovací tělesa většinou již tedy zpět do pracovního režimu nenaběhnou (není dodržena podmínka minimálního startovacího napětí). Navíc se podstatně zkracuje doba života světelného tělesa. Přepínání z plného napájecího napětí do stavu redukováného příkonu je v současné době realizováno stykači a jejich co nejpřesnějším načasováním. Tím je myšlen takový stav, při kterém dojde k odpojení elektrické zátěže z jedné odbočky transformátoru a její připojení na jinou odbočku transformátoru v co nejkratším čase aniž by došlo k překrytí těchto dvou stavů. V případě, že by došlo k překrytí spínacích časů jednotlivých odboček, došlo by ke zkratování části vinutí což by mělo za následek nekontrolovatelný nárůst procházejícího proudu a mohlo by dojít ke zničení transformátoru popř. k aktivaci nadproudových ochran a tím k odpojení transformátoru.

Stykače jsou ovšem mechanické prvky, které v průběhu svého života zásadně mění své parametry a tedy i čas sepnutí a rozepnutí není vždy stejný. Proto dochází při přepínání jednotlivých výstupních napětí k blikání osvětlovacích těles popř. jiné připojené zátěže. Bliknutí je při přepínání výstupního napětí průvodním jevem, který je absolutně nežádoucí (vysoké riziko, že nedojde k náběhu osvětlovacích těles, čímž podstatně klesá jejich životnost, nemusí vůbec dojít k zapálení oblouku v osvětlovacích tělesech, vzniká dosti značný elektromagnetický impuls, který je napájecí sítí šířen dále).

Podstata vynálezu

Možnost přepnutí zátěže 6 na jiné výstupní napětí (odbočky) 2, 3, 4 transformátoru (autotransformátoru) 12 je zde vyřešeno tak, že se při přepnutí z jedné libovolné odbočky transformátoru na druhou odbočku odpojí zemnicí vodič 5 (nulový potenciál) transformátoru.

- 5 Jinak řečeno, odpojením zemnicího vodiče 5 se stane transformátor nevyváženým (poměr primárního a sekundárního vinutí neodpovídá původnímu návrhu a v případě autotransformátoru bude protékat zemnicím vinutím nadměrný proud, čímž může dojít k poškození transformátoru) a chová se jako sériově zapojená indukčnost. Přepnutí je v tu chvíli řešeno s překryvem, tedy odbočka (např. 2), která je aktivně využívána pro napájení
- 10 zátěže 6 zůstává připojena k zátěži a cílová odbočka (např. 3) (odbočka transformátoru s požadovaným výstupním napětím) je připnuta současně. Toto přemostění zůstává pouze po omezenou, uživatelem definovanou dobu, prostřednictvím řídicí jednotky 7. Poté se původní odbočka 2 od zátěže odpojí a připojená zůstává cílová odbočka 3 transformátoru. Zemnicí vodič 5 se poté opět připojí, čímž se transformátor dostane do standardního pracovního stavu.
- 15 V případě, že by byl zemnicí vodič transformátoru stále vodivě spojen se zemí (N), byly by proudy procházející nevyváženým transformátorem natolik velké, že by zapříčinily okamžitou aktivaci předřazených ochranných nadproudových prvků (jističů) dimenzovaných dle platné technické normy a regulátor by byl odpojen od napájecí elektrické sítě. Přemostěním stávající odbočky (např. 2) transformátoru s cílovou (požadovanou) odbočkou (např. 4) dojde ke
- 20 zkratování části vinutí transformátoru. Důsledkem tohoto je nižší impedance transformátoru, která vede ke zvýšení protékajícího proudu nad kritickou mez, na kterou je transformátor dimenzován.

- V případě, že by se časové překrytí odboček nepoužilo, zátěž by byla na určitou dobu odpojena od napájecí sítě a došlo by k výpadku napájecího proudu zátěže (princip současných regulátorů / reduktorů).
- 25

Hlavní inovací tohoto řešení je odpojení zemnicího vodiče transformátoru po dobu přepínání zátěže z jednoho napětí na jiné (překryv sepnutí stykačů). Tím je omezen maximální proud, který by jinak procházel vinutími transformátoru při neodpojení zemnicího vodiče, a proto nedojde k aktivaci nadproudové ochrany obvodu.

Přehled obrázků na výkresech

Obrázek 1. Blokové schéma zapojení napájecího řetězce, který umožňuje přepnutí výstupního napětí bez výpadku napájecího napětí zátěže.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1.

Při regulaci výkonu osvětlovacích těles veřejného osvětlení se tyto připojují jako zátěž 6. Vstupní napájecí napětí se přivede na vstupní svorku 1 autotransformátoru 12. Zemnicí, nulový, vodič 5 se spojí s nulovým potenciálem přivedeného napájecího napětí přes spínací prvek 11 - stykač. K jednotlivým odbočkám 2, 3, 4 autotransformátoru se připojí spínací prvky 8, 9, 10 – stykače. Veškeré spínací prvky se propojí s řídicí jednotkou 7 – PLC (programovatelný logický automat). Po zapnutí takového obvodu sepne první odbočka 2 autotransformátoru pomocí stykače 8 a na zátěži 6 se objeví napětí určité úrovně (startovací napětí pro osvětlovací tělesa). Po nastaveném časovém intervalu, který je specifický pro danou zátěž, dojde k rozepnutí nulového (zemnicího) potenciálu 5 autotransformátoru stykačem 11. Poté dochází k sepnutí stykače 9 druhé odbočky 3 autotransformátoru a tím k přemostění části vinutí autotransformátoru (vinutí mezi odbočkami 2 a 3). Přemostění trvá opět definovanou dobu prostřednictvím PLC, specifickou pro danou zátěž 6 a po jejím uplynutí rozpíná stykač 8 první odbočky 2. Stykač 11 nulového vodiče se poté automaticky připíná a opět vyvažuje autotransformátor na definovaná cílová napětí. Stykač 9 druhé odbočky 3 zůstává v sepnutém stavu a dodává do zátěže 6 potřebný příkon. Tímto postupem se na zátěži 6 snížilo napětí na úroveň shodnou s napětím na druhé odbočce 3 autotransformátoru bez přerušení dodávky napájecího proudu. Tento postup je shodný pro přechod na ostatní odbočky u autotransformátoru, přičemž nezáleží na jejich celkovém počtu. Důležité je, aby v ustáleném stavu byl sepnut stykač (8, nebo 9, nebo 10 popř. dále, dle počtu odboček) na žádané odbočce a zároveň byl sepnut stykač 11 nulového vodiče autotransformátoru.

Tímto postupem dojde k redukci příkonu připojených osvětlovacích těles, aniž by došlo k jejich vypnutí. Celý proces náběhu osvětlovacích těles do pracovního režimu a jejich přepnutí do režimu redukováného příkonu proběhne spojitě, bez přerušení pracovního (procházejícího) proudu.

Příklad 2.

Při regulaci výkonu kompresorových jednotek se tyto připojují jako zátěž 6. Kompresory, zvláště výkonnější z nich, není možné jednoduše spínat a odpínat od napájecí energetické sítě z důvodů dlouhého náběhu a velkých rozběhových proudů. V případě, že není takový kompresor využíván je odpojen od zátěže a běží naprázdno. Takovýto stav je velmi neefektivní, protože napájecí proud je pořád zhruba na polovině (podle typu kompresoru) své nominální hodnoty, přičemž kompresor nekoná užitečný výkon.

Vstupní napájecí napětí se přivede na vstupní svorku 1 autotransformátoru 12. Zemnicí, nulový, vodič 5 se spojí s nulovým potenciálem přivedeného napájecího napětí přes spínací prvek 11 - stykač. K jednotlivým odbočkám 2, 3, 4 autotransformátoru se připojí spínací prvky 8, 9, 10 – stykače. Veškeré spínací prvky se propojí s řídicí jednotkou 7 – PLC (programovatelný logický automat).

Po zapnutí obvodu je sepnut stykač 8 na první odbočce 2 autotransformátoru a zátěž je napájena nominálním provozním napětím. V případě detekce poklesu napájecího proudu, typický stav odtížení kompresoru – zátěže 6, je řídicí jednotkou 7 vygenerován proces přepnutí zátěže 6. Stykač nulového potenciálu 11 autotransformátoru rozepne. Po této akci

5 spíná stykač 9 druhé odbočky 3 autotransformátoru a vzniká přemostění části vinutí autotransformátoru (vinutí mezi odbočkami 2 a 3). Přemostění trvá definovanou dobu prostřednictvím PLC, specifickou pro danou zátěž 6 a po jejím uplynutí rozpíná stykač 8 první odbočky 2. Stykač 11 nulového vodiče 5 se poté automaticky připíná a opět vyvažuje autotransformátor 12 na definované výstupní napětí. Stykač 9 druhé odbočky 3 zůstává v sepnutém stavu a dodává do zátěže 6 potřebný příkon. Tímto postupem se na zátěži 6 snížilo napětí na úroveň shodnou s napětím na druhé odbočce 3 autotransformátoru 12 bez přerušení dodávky napájecího proudu.

10 Tímto postupem snížíme na kompresoru – zátěži 6 napájecí napětí na takovou úroveň, kdy je ještě zaručena jeho funkce ale zároveň odebírá z napájecí sítě nejmenší pracovní proud. Takto napájený kompresor běží v minimálním klidovém módu a z energetické napájecí sítě odebírá příkon až o 40% menší. Efektivita provozu se tímto zásahem zásadně zlepšuje.

15 Přihlašovatel:
Jménem Cautum s.r.o.
Vladan Pítel

20



3

CAUTUM

Kubelíkova 1224/42, PSČ: 130 00, Praha 3
IČ: 29014646, DIČ: CZ29014646

Průmyslová využitelnost

- Metoda přepínání je využitelná především tam, kde je potřeba řídit výkon na zátěži jejím připínáním na různá napájecí napětí. Zásadní význam je u regulace výkonu osvětlovacích těles, kdy je bez problémů možné nechat osvětlovací tělesa naběhnout pod plným napětím a
- 5 poté, bez jakéhokoliv výpadku napájecího napětí, provést jejich přepnutí na nižší napájecí napětí. Dále je touto cestou možné řídit příkon točivých strojů a účinně tak řídit jejich efektivitu práce. Typickým příkladem jsou odtížené kompresory, které po přepnutí na nižší pracovní napětí odebírají z energetické sítě podstatně menší pracovní proud a omezují tak náklady na provoz v nevyužitém stavu.

Patentové nároky

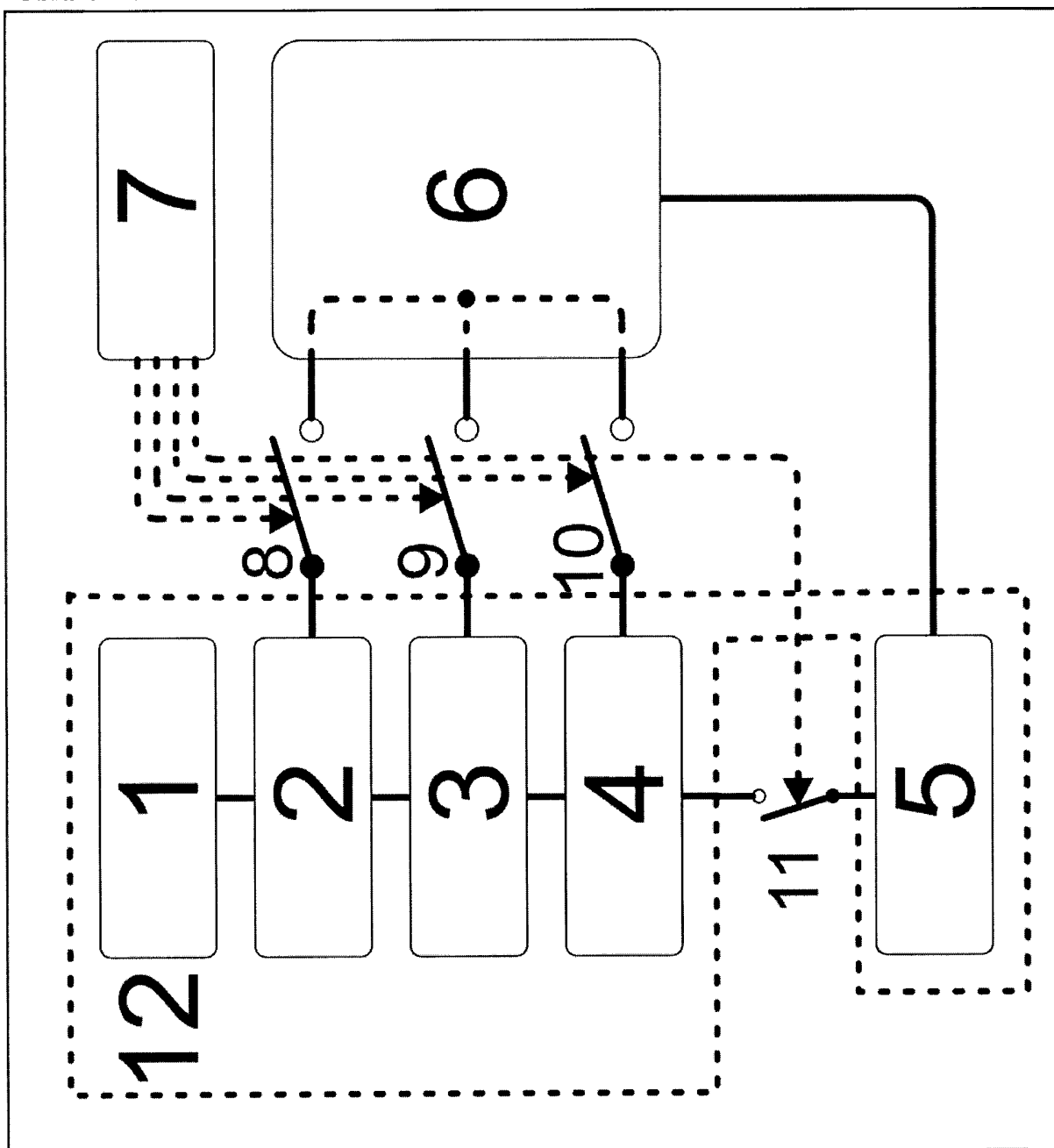
1. Přepínání výstupního napětí transformátoru (12) bez přerušení dodávky energie do zátěže (6) se **vyznačuje tím, že se** při přepínání z jedné odbočky ((2), nebo (3), nebo (4)) na jinou odbočku ((2), nebo (3), nebo (4)), odpojuje nulový (5) – zemnicí vodič autotransformátoru (12).
2. V návaznosti na nárok 1. je dále metoda přepínání výstupního napětí transformátoru bez přerušení dodávky energie **charakteristická tím, že** při přepínání výstupních napětí autotransformátoru z odboček (2), nebo (3), nebo (4), vzniká krátké přemostění vinutí mezi dvěma odbočkami autotransformátoru.
3. Přepínání výstupního napětí transformátoru bez přerušení dodávky energie podle jakéhokoliv z předcházejících nároků je charakteristické **tím, že obsahuje** výkonový spínací prvek (8), (9), (10), (11).
4. Přepínání výstupního napětí transformátoru bez přerušení dodávky energie podle jakéhokoliv z předcházejících nároků je charakteristické **tím, že obsahuje** řízení spínacích prvků (7).
5. Přepínání výstupního napětí transformátoru bez přerušení dodávky energie podle jakéhokoliv z předcházejících nároků je charakteristické **tím, že obsahuje** alespoň dvě odbočky z vinutí autotransformátoru (12).

Přihlašovatel:
Jménem Cautum s.r.o.
Vladan Pitel



3
CAUTUM
Kubelkova 1224/42, PSČ: 130 00, Praha 3
IČ: 29014646, DIČ: CZ29014646

Obrázek 1.



Přihlašovatel:
Jménem Cautum s.r.o.
Vladan Pitel

5

10


CAUTUM
Kubelíkova 1224/42, PSC: 130 00, Praha 3
IČ: 29014646, DIČ: CZ29014646

3