

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 05.01.2000

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 13.03.2002
(Věstník č. 3/2002)

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 31

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. ⁷:

G 01 R 31/02

G 06 F 19/00

(71) Přihlašovatel:

TRAFOTECHNIK, S. R. O., Praha, CZ;

(72) Původce:

Valenta Leoš Ing. CSc., Praha, CZ;

(74) Zástupce:

Dušková Hana Ing., Konviktská 5, Praha 1, 11000;

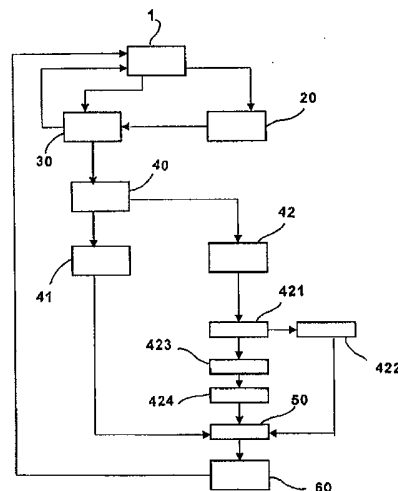
(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a jeho příslušenství a zařízení k jeho provádění

(57) Anotace:

Při způsobu kontroly provozního stavu komplexu výkonového transformátoru se provádí soubor konvenčních diagnostických měření a průběžně se snímají aktuální hodnoty předem zvolených provozních parametrů tohoto komplexu. Sejmuté aktuální hodnoty a výsledky diagnostických měření se ukládají do databáze, ve které jsou předem uloženy kritériální hodnoty sledovaných předem zvolených provozních parametrů. Uložené sejmuté aktuální hodnoty a hodnoty z diagnostických měření se průběžně porovnávají s kritériálními hodnotami a hodnotí se jejich trend. V případě, že dojde k jejich překročení nebo trend v určitém časovém úseku začne vykazovat nelineární tendenci, vydá se výstraha pro obsluhu komplexu výkonového transformátoru k vyhodnocení příčiny překročení. Na základě analýzy dlouhodobých trendů aktuálních výsledků sledovaných parametrů a velikosti případných překročení kritériálních hodnot se rozhodne, zda se jedná o náhodný jev nebo o projev vznikající poruchy nebo poškození a na základě velikosti průběžně snímaných teplot se vyhodnotí teplota nejteplejšího místa vinutí a na jejím základě se provedou výpočty přípustného zatěžování a rozhodne se o dalším režimu provozu komplexu výkonového transformátoru. Zařízení obsahuje blok diagnostických měření. Komplex výkonového transformátoru (1) je opatřen množinou snímačů (3), jejichž výstupy jsou propojeny s monitorovací jednotkou (4) s

převodníky, jejíž výstup je propojen s lokálním počítačem (5), opatřeným zobrazovací jednotkou (6). Lokální počítač (5) je přes modem pomocí komunikačních linek propojen se serverem (7) řídicího pracoviště.



Způsob kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a jeho příslušenství a zařízení k jeho provádění

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a jeho příslušenství a zařízení k jeho provádění, které umožňují podstatné prodloužení životnosti výkonových transformátorů v porovnání s plánovanou životností.

Dosavadní stav techniky

V současné době se u projektantů, konstruktérů a provozovatelů výkonových transformátorů počítá s životností těchto zařízení ve většině případů v rozmezí 25 až 30 let. Ve výjimečných případech, kdy není takovýto transformátor podroben mimořádnému napěťovému nebo tepelnému namáhání, které by přesáhlo jeho štítkové hodnoty, lze počítat s životností vyšší, která by mohla dosáhnout až dvojnásobku projektované životnosti.

Doposud používaný způsob sledování provozního stavu komplexu výkonového transformátoru sestává ze souboru diagnostických měření, která se provádějí zpravidla po odstavení transformátoru z důvodu obvykle pravidelných profylaktických měření. Tato měření zahrnují konvenční měření izolačního odporu a stanovení jednominutového polarizačního indexu, dále měření ztrátového činitele a kapacity vlastního transformátoru a jeho průchodek, převodových poměrů, odporů vinutí a zotaveného napětí pro stanovení obsahu vlhkosti v izolačním systému. V některých případech, zvláště u výkonových transformátorů velmi vysokého napětí se na straně vyššího napětí

provádí měření částečných výbojů. Součástí těchto měření je komplexní rozbor a plynově-chromatografická analýza izolačního oleje. Pokud naměřená hodnota některého z uvedených měření nepřekročí obvyklé hodnoty dané buď normou, provozní směrnici nebo empirií, transformátor se uvede do dalšího provozu. K odstavení transformátoru z provozu dochází zpravidla na základě zapůsobení jeho ochran, zvláště plynového relé, nebo na základě výrazného zhoršení naměřených hodnot jednotlivých ukazatelů a překročení dohodnutých kritériálních hodnot. Tento postup především u výkonových transformátorů zatěžovaných v oblasti jmenovitých hodnot nezaručí včasné odhalení rozvíjející se závady, protože plánovaná diagnostická měření se provádějí zpravidla v několikaletých periodách.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a jeho příslušenství a zařízení k jeho provádění podle předkládaného řešení. Podstatou nového způsobu, při kterém se zároveň provádějí konvenční diagnostická měření, je, že se průběžně snímají aktuální hodnoty předem zvolených provozních parametrů komplexu výkonového transformátoru. Tyto snímané aktuální hodnoty se spolu s hodnotami z pravidelných profylaktických měření ukládají do databáze, ve které jsou předem uloženy kritériální hodnoty sledovaných, předem dohodnutých, provozních parametrů. Aktuální se průběžně porovnávají s kritériálními hodnotami a hodnotí se jejich trend. V případě, že se tyto kritériální hodnoty překročí nebo trend v určitém časovém úseku začne vykazovat nelineární tendenci, vydá se výstraha pro obsluhu komplexu výkonového transformátoru k vyhodnocení příčiny nežádoucího stavu. Toto hodnocení se provádí na základě analýzy dlouhodobých trendů aktuálních hodnot sledovaných parametrů, velikostí případných překročení kritériálních hodnot, výsledků měření teplot v nejteplejším místě vinutí a na základě výpočtů zatěžování olejových transformátorů nebo podle mezinárodních nebo

evropských norem nebo jiných ekvivalentních dokumentů. Při tomto hodnocení se stanoví, zda jde o náhodný jev způsobený například interferencemi, nesprávnou interpretací výsledků nebo rozvíjející se závadou. Následuje rozhodnutí o dalším režimu provozu komplexu výkonového transformátoru, omezení jeho provozu nebo jeho odstavení. Ve všech těchto případech veškerá měření zvolených provozních parametrů kontinuálně pokračují, získané hodnoty se neustále ukládají a jsou k dispozici pro dlouhodobé hodnocení provozního stavu komplexu výkonového transformátoru.

Podstatou zařízení k provádění uvedeného způsobu obsahujícího blok diagnostických měření propojený s komplexem výkonového transformátoru přes průchodky je, že komplex výkonového transformátoru je opatřen množinou snímačů, jejichž výstupy jsou propojeny s monitorovací jednotkou s převodníky. Výstup monitorovací jednotky s převodníky je propojen s lokálním počítačem opatřeným zobrazovací jednotkou. Tento lokální počítač je propojen přes modem pomocí komunikačních linek se serverem řídicího pracoviště. Monitorovací jednotku s převodníky lze s lokálním počítačem propojit pomocí světlovodných kabelů. Výhodné je, je-li lokální počítač umístěn na rozvodně.

Na lokální počítač mohou být napojeny dvě a více monitorovacích jednotek s převodníky ze dvou nebo více komplexů výkonových transformátorů.

Výhodou uvedeného řešení je, že zcela vyhovuje celosvětovému trendu v energetice, kterým je prodlužování životnosti výkonových transformátorů, zvyšování jejich využitelnosti a ke snižování nákladů na jejich provoz a údržbu. Cílem je rovněž zkrácení časů odstávek, předcházení rozsáhlejšími poruchám a co nejvíce eliminovat diagnostická měření vyžadující odstávku výkonových transformátorů, redukovat počet středních a generálních oprav a zvýšit spolehlivost transformátorů. Pro splnění uvedených požadavků je zapotřebí mít

k dispozici informace o aktuálních i historických stavech izolačního systému, provozu transformátoru, umět tyto informace v reálném čase zpracovávat, vyhodnocovat a vyvozovat z nich praktické důsledky. Toto vše umožňuje zařízení a způsob podle uvedeného řešení.

Zařízení je nezávislé na stávajícím řídicím systému rozvodny a transformátoru, nezasahuje do obvodů ochrany a jistění a pracuje jako autonomní nezávislý systém. Výhodou uvedeného řešení je rovněž skutečnost, že monitorované transformátory lze sledovat z jednoho nebo více míst pomocí dálkového přenosu na stacionárním pracovišti nebo v dopravním prostředku.

Monitorovací jednotka může být propojena i na více počítačů simultánně, přístup k údajům je jistěn pomocí hesla uživatele.

Další výhodou je možnost provádění přehledné analýzy jak aktuálních, tak i historických údajů a možnost vydávat poplachová hlášení různých úrovní při překročení nastavených parametrů.

Přehled obrázků na výkresech.

Vynález bude blíže vysvětlen pomocí obr.1, kde je schematicky naznačen celý postup při kontrole provozních parametrů a obr.2, kde je schematicky uvedeno uspořádání zařízení k provádění tohoto způsobu.

Příklady provedení vynálezu

Na obr.1 je schematicky naznačen postup kontroly provozního stavu výkonového transformátoru podle předkládaného řešení. Na komplexu výkonového transformátoru 1 se provádějí v kroku 20 zcela běžným způsobem on-line nebo off-line konvenční diagnostická měření a současně s těmito diagnostickými měřeními se v kroku 30 průběžně

monitorují aktuální hodnoty předem zvolených provozních parametrů tohoto komplexu výkonového transformátoru. Sejmuté aktuální hodnoty se spolu s hodnotami z diagnostických měření ukládají do databáze, ve které jsou předem, na začátku celého cyklu měření, uloženy kritériální hodnoty sledovaných předem zvolených provozních parametrů. Mezi tyto sledované provozní parametry patří sledování teploty oleje, teploty okolí, teploty monitorovací skříně, proud fáze, uvolnění vinutí a tím v podstatě jeho posunutí, chod transformátoru, čerpadel a ventilátorů, přepnutí přepínače odboček a přetížení přepínače odboček. Hodnoty proudů jednotlivých fází primárního a sekundárního vinutí transformátoru 1 jsou měřeny z měřících transformátorů proudu instalovaných na průchodkách. Velikost proudů se odečítá každou sekundu a velikost nadproudů každou milisekundu. Frekvence ukládání odečtených hodnot se tedy tisíckrát zvyšuje v případě zvýšení proudu nad jmenovitou hodnotu a celá množina informací se zaznamenává do souboru mimořádných událostí, které znamenají překročení nastavených parametrů, což se děje dvouúrovňově s označením malá a velká mimořádná událost. Hodnoty logických vstupů, což je chod čerpadel, ventilátorů a přepínače odboček, jsou snímány z ovládací skříně transformátoru 1 a přepínače odboček. Zde se zjišťuje délka chodu čerpadel a ventilátorů a porovnává se s předpokládanou životností. Sledované parametry lze rozšířit o další možnosti, jako je měření účinnosti chladičů, měření částečných výbojů, měření hluku a vibrací, registrace polohy přepínače odboček, měření záběrového momentu motoru pohonu přepínače odboček či kontinuální měření vlhkosti vzduchu v konzervátoru nebo kontinuální analýzy obsahu plynů v konzervátoru. Pro nejnáročnější verzi sledování provozních parametrů výkonového transformátoru 1 lze ještě zajistit měření přepětí, ztrátového činitele průchodek, rozložení teplot ve vinutí transformátoru 1, akustické emise, analýzu spalitelných plynů rozpuštěných v oleji nebo kontinuální měření vlhkosti oleje.

Uložené sejmuté aktuální hodnoty a hodnoty z diagnostických měření získané v krocích 20 a 30 se průběžně porovnávají

s kritériálními hodnotami, V případě, že se tyto kritériální hodnoty překročí, vydá se výstraha pro obsluhu komplexu výkonového transformátoru 1 a vyhodnotí se příčiny překročení kritériálních hodnot. Rozhodne se, zda se jedná o náhodný jev či nikoli a na základě výsledku se rozhodne o dalším režimu provozu komplexu výkonového transformátoru 1. Tyto situace jsou signalizovány na počítači ve velině rozvodny i na centrálním monitorovacím počítači připojeném k serveru, kde se automaticky vytvoří protokol o mimořádné události. Veškerá měření zvolených provozních parametrů kontinuálně pokračují i v případě nutnosti opravy, která se provádí v kroku 40 a získané hodnoty se neustále ukládají a zachovávají se, čímž jsou k dispozici za účelem dlouhodobého hodnocení provozního stavu komplexu výkonového transformátoru 1. Opravy mohou být prováděny buď bez otevření stroje, jak naznačuje krok 41 nebo s otevřením stroje, což je naznačeno krokem 42. Bez otevření stroje se například provádí výměna průchodek, oprava motorů či oprava příslušenství, jako například motory, ventilátory, čerpadla a podobně, které se nacházejí v exteriéru transformátoru. S otevřením stroje se provádí oprava těsnění, přepínače, přístupných částí vinutí a magnetického obvodu a podobně. Otevření se provádí na místě instalace pomocí vhodného hydraulického zařízení. V tomto případě se současně provede v kroku 421 odčerpání transformátorového oleje a v kroku 422 odebrání vzorků izolace. Po skončené opravě prováděné v kroku 423 následuje v kroku 424 sušení oleje přes filtrační stanici a papírové izolace vinutí nízkofrekvenčním ohřevem. Po opravách bez otevření či s otevřením stroje provedených v kroku 41 a 42 a navazujících krocích 421 až 424 následuje krok 50, kdy se provádí soubor diagnostických měření a zkoušek, jejichž smyslem je ověření kvality provedené opravy a vyhodnocení analýzy odebraných vzorků. Na základě výsledného hodnocení aktuálního stavu sledovaného transformátoru 1 se provede pomocí normy pro zatěžování olejových výkonových transformátorů nebo jiného ekvivalentního dokumentu v kroku 60 doporučení pro dispečerské organizace a provozovatele pro případné omezení přípustných přetížení, jež může vyplynout z výsledků teplotních výpočtů. Současně provozovatel získá

časovou předpověď bezporuchového provozu s vysokou pravděpodobností za předpokladu, že nedojde k zásahu do provozu transformátoru 1 z vyšší moci.

Zařízení k provádění výše uvedeného způsobu obsahuje blok 2 diagnostických měření, která při jejich realizaci vyžadují odpojení výkonového transformátoru 1 od připojených venkovních nebo kabelových vedení a která se provádějí měřicími zařízeními připojenými na průchodky transformátoru. Komplex výkonového transformátoru 1 je opatřen množinou snímačů 3, jejichž výstupy jsou propojeny s monitorovací jednotkou 4 s převodníky. Monitorovací jednotka 4 s převodníky může být umístěna ve vytápěné skříni na výkonovém transformátoru 1 nebo v jeho blízkosti a je spojena například sériovou linkou s lokálním počítačem 5 opatřeným zobrazovací jednotkou 6, umístěným například ve velině rozvodny. Tento lokální počítač 5 je opatřen zobrazovací jednotkou 6 pro vizualizaci naměřených hodnot a je přes modem pomocí komunikačních linek propojen se serverem 7 řídicího pracoviště. Na lokální počítač 5 může být napojeno více monitorovacích jednotek 4 z dalších blízkých transformátorů. Monitorovací jednotka 4 s převodníky je s lokálním počítačem 5 spojena s výhodou pomocí světlovodných kabelů, které odstraňují vliv elektromagnetického rušení. Funkce popsaného zařízení zabezpečuje kroky výše popsaného způsobu sledování provozních parametrů komplexu výkonového transformátoru 1. V řídicím respektive informačním centru neboli monitorovacím dispečinku je k dispozici správce sítě a serverů a expert diagnostik, pro pomoc při analýze dat a pro zajištění případných dalších služeb, jako jsou diagnostická měření, údržba či opravy. Zařízení a způsob sledování provozních parametrů výkonového transformátoru 1 umožňují přístup k aktuálním i již dříve uloženým datům, která jsou přístupná ve formě grafů, trendů, tabulek hodnot jednotlivých parametrů ve zvoleném období, tabulek hodnot překračujících nastavené meze a podobně.

Průmyslová využitelnost

Uvedený způsob kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a zařízení k jeho provádění je využitelný ve všech provozech, kde je nutno sledovat provozní stav, diagnostiku a vykonávat prediktivní údržbu výkonových transformátorů, kde umožňuje prodloužit životnost těchto transformátorů.

PATENTOVÉ NÁROKY

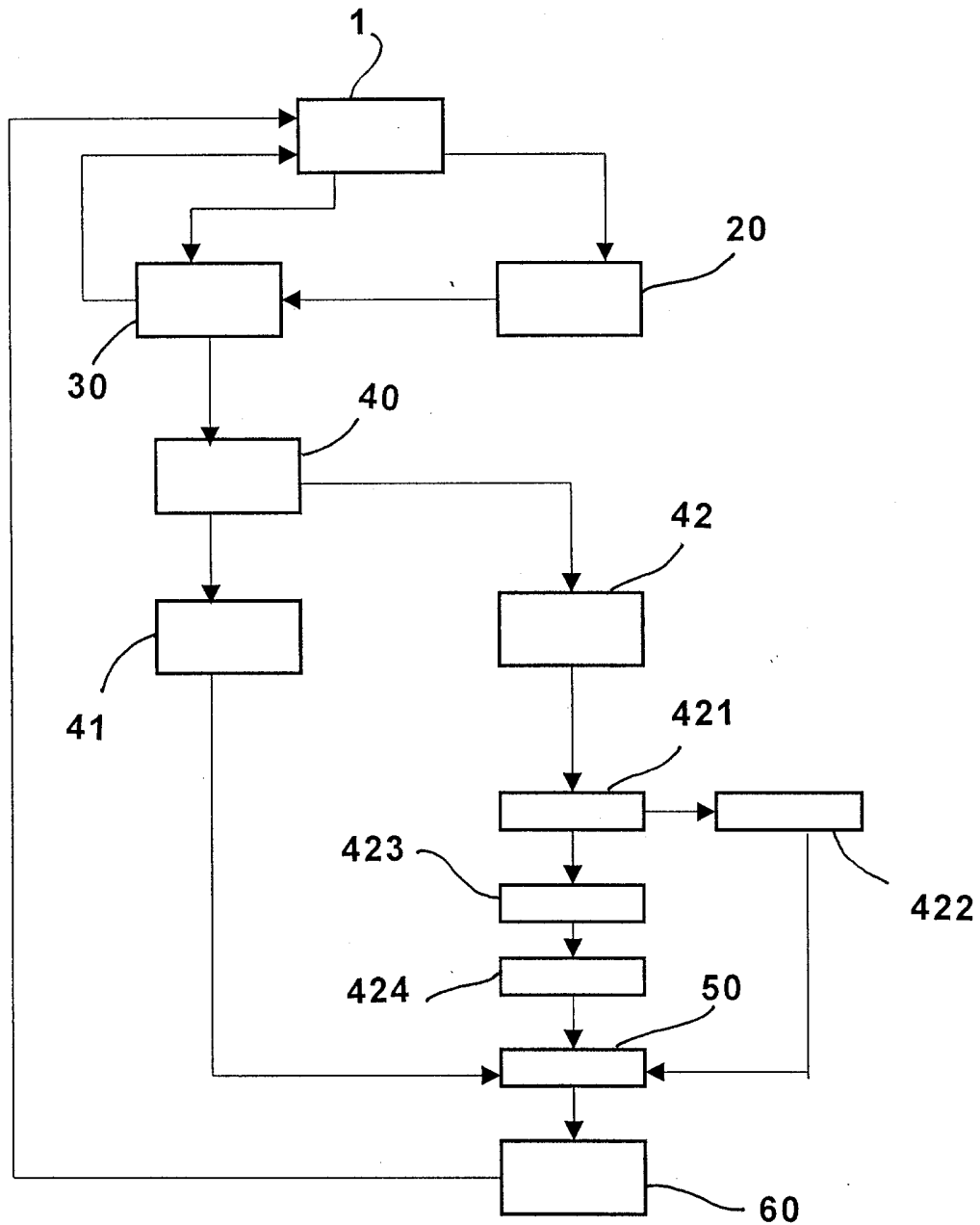
1. Způsob kontroly provozního stavu výkonového transformátoru a jeho příslušenství, kdy se provádí soubor konvenčních diagnostických měření, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se průběžně snímají aktuální hodnoty předem zvolených provozních parametrů komplexu výkonového transformátoru, tyto sejmuté aktuální hodnoty se společně s výsledky konvenčních diagnostických měření ukládají do databáze, ve které jsou předem uloženy kritériální hodnoty sledovaných předem zvolených provozních parametrů, takto uložené sejmuté aktuální hodnoty a hodnoty z konvenčních diagnostických měření se průběžně porovnávají s kritériálními hodnotami a hodnotí se jejich trend a v případě, že dojde k jejich překročení nebo trend v určitém časovém úseku začne vykazovat nelineární tendenci, vydá se výstraha pro obsluhu komplexu výkonového transformátoru k vyhodnocení příčiny tohoto překročení a na základě analýzy dlouhodobých trendů aktuálních výsledků sledovaných parametrů a velikostí případných překročení kritériálních hodnot se rozhodne, zda se jedná o náhodný jev nebo o projev vznikající poruchy nebo poškození a na základě velikosti průběžně snímaných teplot se vyhodnotí teplota nejteplejšího místa vinutí a na jejím základě se provedou výpočty přípustného zatěžování podle norem pro zatěžování olejových transformátorů nebo podle jiných ekvivalentních dokumentů a rozhodne se o dalším režimu provozu komplexu výkonového transformátoru, přičemž veškerá měření aktuálních hodnot zvolených provozních parametrů a provozních časů pokračují kontinuálně i v případě nutnosti opravy, získané hodnoty se neustále ukládají a jsou k dispozici pro dlouhodobé hodnocení provozního stavu komplexu výkonového transformátoru.
2. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1 obsahující blok diagnostických měření propojený s komplexem výkonového transformátoru přes průchodky v y z n a č u j í c í s e t í m, že

komplex výkonového transformátoru (1) je opatřen množinou snímačů (3), jejichž výstupy jsou propojeny s monitorovací jednotkou (4) s převodníky, jejíž výstup je propojen s lokálním počítačem (5) opatřeným zobrazovací jednotkou (6), kde tento lokální počítač (5) je přes modem pomocí komunikačních linek propojen se serverem (7) řídicího pracoviště.

3. Zařízení podle nároku 2 v y z n a č u j í c í s e t í m, že monitorovací jednotka (4) s převodníky je s lokálním počítačem (5) spojena pomocí komunikační dvoulinky.
4. Zařízení podle nároku 2 v y z n a č u j í c í s e t í m, že monitorovací jednotka (4) s převodníky je s lokálním počítačem (5) spojena pomocí světlovodných kabelů.
5. Zařízení podle nároku 2 nebo 3 či 4 v y z n a č u j í c í s e t í m, že lokální počítač je umístěn na rozvodně.
6. Zařízení podle nároku 2 nebo kteréhokoli z nároků 3 až 5 v y z n a č u j í c í s e t í m, že na lokální počítač (5) jsou napojeny dvě a více monitorovacích jednotek (4) s převodníky z dvou a více komplexů výkonových transformátorů (1).

1/2

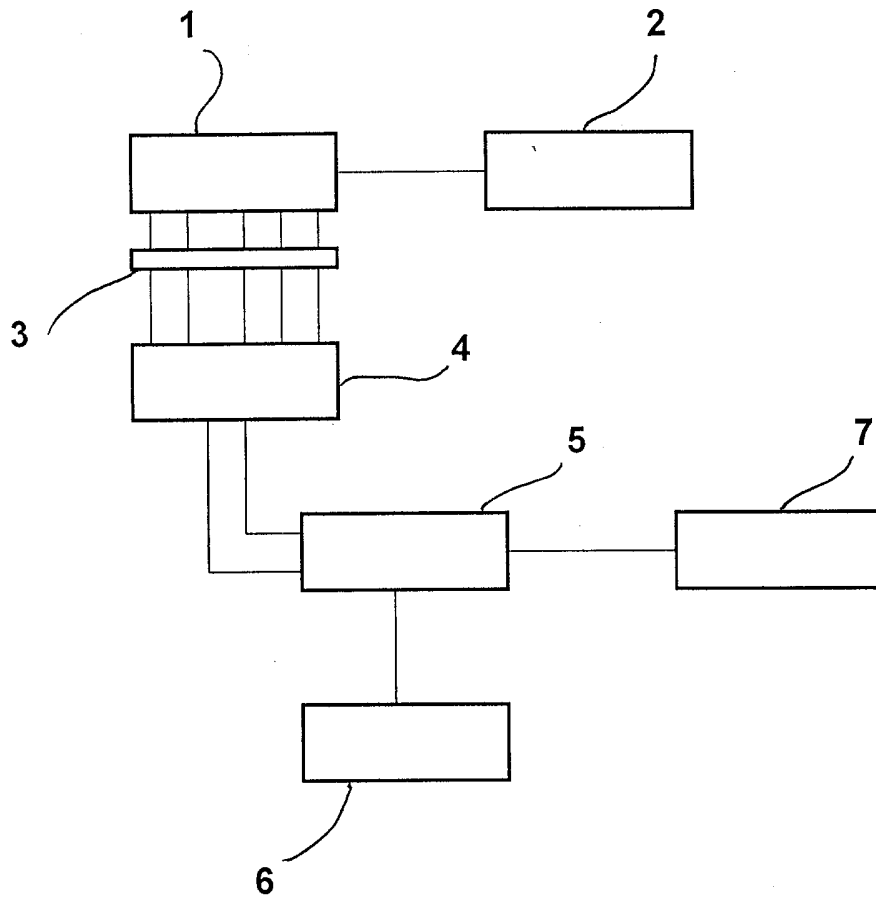
FV 2000-31
05.01.00



OBR.1

2/2

PI 2000 - 31
05.01.00



OBR.2