

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2017-670

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G21C 7/14 (2006.01)
G21C 7/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **19.10.2017**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.02.2019**

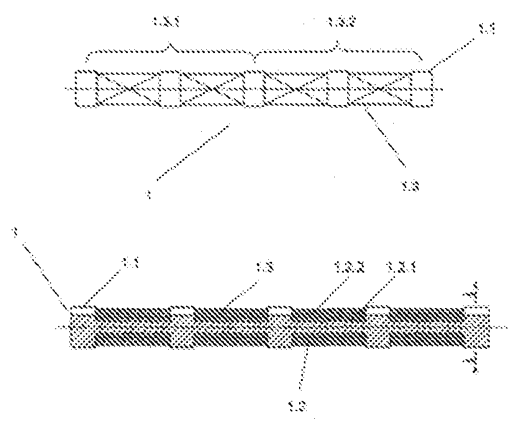
(Věstník č. 7/2019)

- (71) Přihlašovatel:
ŠKODA JS a.s., Plzeň, CZ
ZAT a.s., Příbram VI-Březové Hory, CZ
- (72) Původce:
Ing. Jiří Hus, Plzeň, CZ
Ing. Igor Martinec, Plzeň, CZ
Ing. Jiří Pedál, Plzeň, CZ
Ing. Marek Cédľ, Ph.D., Karlovy Vary, CZ
Martin Pokorný, Plzeň, CZ
- (74) Zástupce:
Traplová Hakr Kubát, advokátní a patentová
kancelář, Mgr. Jana Šuranová Traplová, advokátka,
Přístavní 531/24, 170 00 Praha 7, Holešovice

- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob a zařízení k měření absolutní polohy
lineárně posuvného prvku**

- (57) Anotace:
Při způsobu měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku se pro každou měřenou absolutní polohu čidla vytváří na skupině sekundárních cívek snímacího čidla unikátní kód jednoznačně identifikující tuto absolutní polohu lineárního posuvného prvku, přičemž tento unikátní kód se generuje různými kombinacemi napětí na skupině sekundárních cívek, kde tyto kombinace napětí na skupině sekundárních cívek se mění podle absolutní polohy měřeného lineárně posuvného prvku. Na každé sekundární cívce se vytváří alespoň tři napětíové stavy v závislosti na konkrétní poloze lineárně posuvného prvku, přičemž každá měřená poloha lineárně posuvného prvku je určena jedinečnou kombinací uvedených alespoň tří napětíových stavů, které se vytvoří na všech sekundárních cívkách pro snížení počtu sekundárních cívek potřebných k určení polohy lineárně posuvného prvku. Zařízení k měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku,

zejména regulačního orgánu jaderného reaktoru, obsahuje čidlo (1) polohy a souběžně s ním nebo koaxiálně s ním uspořádaný kódovací prvek sestávající z magnetických úseků a nemagnetických úseků, uložených střídavě za sebou, kde kódovací prvek s čidlem (1) polohy jsou vůči sobě lineárně pohyblivé pro vyhodnocení polohy lineárně posuvného prvku, přičemž čidlo (1) polohy obsahuje napájené primární vinutí (1.2) a magneticky s ním spřažené sekundární vinutí (1.3) s více vývody pro snímání indukovaného napětí odpovídajícího určité poloze lineárního posuvného prvku. Primární vinutí (1.2) je navinuto do skupiny vzájemně od sebe elektromagneticky oddělených úseků, s tímto primárním vinutím (1.2) je magneticky spřaženo sekundární vinutí (1.3) s více vývody tvořené množinou samostatných sekundárních cívek (1.3.1, 1.3.2) uspořádaných za sebou. Každá sekundární cívka (1.3.1, 1.3.2) sestává z alespoň dvou částí vinutí a je vytvořena magneticky spřaženě s alespoň dvěma elektromagneticky oddělenými úseky primárního vinutí (1.2), přičemž každá tato část vinutí každé sekundární cívky (1.3.1, 1.3.2) sekundárního vinutí (1.3) je uspořádána magneticky spřaženě s odlišným elektromagneticky odděleným úsekem primárního vinutí (1.2), a že délka jednotlivých magnetických úseků a nemagnetických úseků kódovacího prvku alespoň odpovídá délce elektromagneticky odděleného úseku primárního vinutí (1.2).



Způsob a zařízení k měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu a zařízení k měření polohy sledovaného prvku, pohybujícího se lineárně, tj. přímočaře, s výhodou v předem definovaných krocích posuvu. Zejména se pak vynález týká zařízení pro měření absolutní polohy regulačního orgánu, který je součástí systému kontroly a řízení jaderného reaktoru. Vynález se zvláště výhodně týká zařízení k měření absolutní polohy regulačního orgánu energetického jaderného reaktoru, obzvláště výhodně pak jaderného reaktoru typu VVER 1000, resp. VVER 1200, ale i dalších typů jaderných reaktorů. Měřením absolutní polohy se pro účely tohoto vynálezu rozumí stanovení, tj. určení resp. vyhodnocení absolutní polohy sledovaného prvku. Absolutní polohou se potom rozumí skutečná poloha sledovaného prvku, tj. poloha, ve které se vdaný měřený okamžik sledovaný lineárně posuvný prvek nachází.

15

Dosavadní stav techniky

Dosavadní zařízení k měření polohy sledovaného lineárně posuvného prvku, zejména regulačního orgánu jaderného reaktoru dle stávajícího stavu techniky, jsou používána například ke zjišťování polohy pohonů regulačních orgánů jaderných reaktorů. Tato zařízení často využívají cívku nebo více cívek a kódovací prvek, též nazývaný bočník, složený z magnetických a nemagnetických úseků, a pro dosažení požadované přesnosti měření, většinou dané velikostí kroku pohybu sledovaného prvku pak v závislosti na počtu vyhodnocovaných diskretních kroků vyžadují určitý celkový počet vývodních vodičů. Na tento počet vodičů je potom zapotřebí dimenzovat příslušné kabelové trasy, kterými jsou tyto vodiče od zařízení k měření polohy sledovaného prvku do jeho vyhodnocovacího zařízení vedeny. V případě vysokého počtu vodičů to může tvořit u stávajících ale i u projektovaných jaderných elektráren problém. Nevýhodou známých zařízení k měření polohy sledovaného prvku je, že postrádají zálohu plné, popř. omezené, funkčnosti v případě tzv. jednoduché poruchy, vzniklé např. přerušením příslušného vodiče. Například v dosavadní praxi na jaderných elektrárnách se v případě poruchy takového zařízení ke sledování polohy regulačního prvku musí další provoz tohoto jaderného reaktoru řídit stanovenými provozními postupy, jejichž součástí je nutnost omezování výkonu jaderného reaktoru, popř. jeho odstavení. Případnou poruchou čidla může tedy dojít k negativnímu vlivu na ekonomii provozu jaderného reaktoru, což je u dosavadních krokových čidel nevýhoda. Zavedení zálohy plné, popř. omezené, funkčnosti v případě jednoduché poruchy u dosavadních krokových čidel by znamenalo zvýšení počtu vývodních vodičů, pro který však nejsou dimenzovány příslušné kabelové trasy stávajících a projektovaných jaderných elektráren. Jako příklad, popisující stav techniky u krokových čidel lze uvést dokument RU 2073917, který popisuje podobný lineární snímač s induktivními cívkami umístěnými uvnitř hermetické trubky snímače s výše popsánými nevýhodami, u kterého není vytvořena žádná záloha v případě jednoduché poruchy.

45

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol navrhnout takový způsob a zařízení ke stanovení absolutní polohy prvku, u kterého při dané přesnosti měření, velikosti kroku, a počtu vyhodnocovaných diskretních kroků, celkový počet vývodních vodičů nepřesáhne počet vodičů, na který jsou dimenzovány příslušné kabelové trasy stávajících a projektovaných JE, a zároveň zajistí zálohu plné, popř. omezené, funkčnosti v případě jednoduché poruchy čidla, např. přerušení vodiče.

50

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob měření polohy lineárně posuvného prvku podle nároku 1 a zařízení k měření absolutní polohy prvku podle nároku 2 tohoto vynálezu. Výhodná provedení zařízení k měření polohy sledovaného prvku podle vynálezu jsou uvedena v závislých nárocích 3 až 10.

Podstatou způsobu měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku, při kterém se vůči sobě pohybují kódový prvek, sestavený z magnetických a nemagnetických úseků, a čidlo obsahující napájené primární vinutí a s ním magneticky spřažené měřicí sekundární vinutí s více vývody, kde buď čidlo, nebo prvek je spojen/o se sledovaným lineárně posuvným prvkem a druhé z nich je stacionární, přičemž tímto pohybem se generuje napětí na uvedeném měřicím sekundárním vinutí s více vývody, čímž se vytvoří odpovídající kód jednoznačně identifikující absolutní polohu lineárně posuvného prvku, je, že se na každém příslušném vývodu měřicího sekundárního vinutí s více vývody vytvoří alespoň tři napěťové stavy v závislosti na konkrétní poloze lineárně posuvného prvku, přičemž se pro každou měřenou polohu lineárně posuvného prvku vytvoří jedinečná kombinace napěťových stavů změřených na celém sekundárním vinutí s více vývody, umožňující snížení počtu vývodů sekundárního vinutí potřebných k určení polohy lineárně posuvného prvku.

Zařízení pro měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku, zejména regulačního orgánu jaderného reaktoru, obsahuje čidlo polohy s cívkovým kompletem, tvořeným napájeným primárním vinutím a měřicím sekundárním vinutím s více vývody, dále nazývané také již jen čidlo polohy, resp. čidlo, a souběžně s ním uspořádaný kódovací prvek modulující magnetický tok v cívkovém kompletu čidla polohy, přičemž tento kódovací prvek sestává z magnetických a nemagnetických úseků vhodných délek, uložených střídavě za sebou pro vytváření souboru kódů, které jednoznačně označují všechny sledované polohy lineárně posuvného prvku. Buď kódovací prvek, nebo čidlo polohy, je spojen/-o se sledovaným lineárně posuvným prvkem pro jejich současný posun. V závislosti na poloze sledovaného lineárně posuvného prvku, např. regulačního orgánu jaderného reaktoru, se kódovací prvek pohybuje vůči cívkám čidla polohy, resp. naopak, a tím se mění jejich indukčnost. V důsledku změn indukčností cívek čidla polohy se na jednotlivých výstupech sekundárního vinutí s více vývody vytváří kombinace napětí, která se měří pro vytvoření zmíněného jedinečného kódu jednoznačně identifikujícího každou polohu sledovaného lineárně posuvného prvku. Ve zvláště výhodném provedení zařízení podle tohoto vynálezu je kódovací prvek uspořádan koaxiálně s čidlem pro jeho maximální ovlivňování.

Kódovací prvek a čidlo jsou tedy vůči sobě lineárně pohyblivé a jsou uspořádány pro vyhodnocení sledované polohy lineárně posuvného prvku měřením napětí generovaného na měřicím sekundárním vinutí čidla. Jak bylo zmíněno, čidlo polohy obsahuje cívkový komplet, který je tvořený primárním vinutím a sekundárním vinutím s více vývody. Primární vinutí je napájeno z vhodného zdroje napájení, zatímco sekundární vinutí s více vývody je s primárním vinutím magneticky spřaženo pro indukování napětí na sekundárním vinutí při současném galvanickém oddělení napájecího primárního vinutí a měřicího sekundárního vinutí. Magnetické spřažení primárního a sekundárního vinutí je zvláště výhodně vytvořeno jejich koaxiálním uspořádáním, je možné jej ale provést např. i jejich souběžným uspořádáním apod. Sekundární vinutí s více vývody je podle tohoto vynálezu tvořeno soustavou alespoň dvou sekundárních cívek vytvořených pro snímání indukovaného napětí na jednotlivých sekundárních cívkách, přičemž velikosti indukovaného napětí na výstupech jednotlivých sekundárních cívek odpovídají měřeným polohám sledovaného lineárně posuvného prvku pro vytváření kódů označujících absolutní polohu sledovaného lineárně posuvného prvku. Zařízení pro měření polohy lineárně posuvného prvku je podle tohoto vynálezu vytvořeno tak, že obsahuje čidlo polohy, které je opatřeno primárním vinutím uspořádaným ve vzájemně od sebe elektromagneticky oddělených úsecích. Na takto vytvořeném primárním vinutí je uspořádáno sekundární vinutí s více vývody tvořené množinou samostatných sekundárních cívek, kde každá sekundární cívka sestává z alespoň dvou částí vinutí a je vytvořena souběžně, zvláště výhodně koaxiálně, s primárním

vinutím, přičemž každá tato část vinutí každé sekundární cívky je uspořádána na odlišném elektromagneticky odděleném úseku primárního vinutí a délka jednotlivých magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku je alespoň odpovídající délce elektromagneticky odděleného úseku primárního vinutí.

5

Podle jednoho svého výhodného provedení je zařízení podle tohoto vynálezu opatřeno čidlem s vícenásobným primárním vinutím obsahujícím více větví, zvláště výhodně je pak zařízení podle tohoto vynálezu opatřeno primárním vinutím s dvěma větvemi. Více větví primárního vinutí sice vyžaduje více vývodů z čidla, to je ale právě umožněno díky snížení počtu vývodů sekundárního vinutí jeho konstrukcí podle tohoto vynálezu. Větve vícenásobného primárního vinutí, jsou výhodně uloženy na cívkovém jádru v příslušném počtu koaxiálně uspořádaných vrstev, tj. například u dvojitého primárního vinutí, tedy vinutí s dvěma větvemi, jsou tyto dvě větve uloženy ve dvou na sobě uspořádaných vrstvách, u trojitěho primárního vinutí ve třech vrstvách atd., přičemž toto vícenásobné primární vinutí je vytvořeno s tzv. vyvedením svého středu resp. středů mezi sousedními větvemi tak, aby každou jeho část bylo možné napájet nezávisle. Je ale možné vícenásobné primární vinutí vytvořit i jinak než navinutím jednotlivých jeho větví ve vrstvách nad sebou, např. je možné jej provést navinutím jednotlivých větví vedle sebe apod. Vícenásobným primárním vinutím u zařízení podle tohoto vynálezu je zajištěna odolnost zařízení podle tohoto vynálezu proti tzv. jednoduché poruše čidla polohy, tedy poruše čidla způsobené například přerušením vodiče tvořícího primární vinutí v jedné větvi, nebo podobné poruše. V případě vzniku jednoduché poruchy primárního vinutí čidla polohy, tedy např. při přerušení vodiče v jedné větvi vícenásobného primárního vinutí, je zajištěna plná funkčnost čidla polohy pomocí zbývající alespoň jedné větve primárního vinutí, která není porušena. Zvláště výhodně se při přerušení vodiče v jedné větvi vícenásobného primárního vinutí zvýší buzení zbylé alespoň jedné větve vícenásobného primárního vinutí například tak, že napájecí a vyhodnocovací elektronika se přepne do režimu vyššího buzení zbylé části, resp. zbylých větví primárního vinutí, která je, resp. které jsou funkční, čímž je tato porucha kompenzována. Zvýšení buzení zbylé funkční alespoň jedné větve primárního vinutí je ale pouze jen výhodné a není nutné pro spolehlivou funkci čidla při vzniku uvedené jednoduché poruchy. Jak již bylo uvedeno, jednoduchou poruchou se pro účely tohoto vynálezu rozumí porucha, která vznikla např. přerušením vodiče, uvolněním nebo degradací kontaktu ve spoji atd.

Podle svého zvláště výhodného provedení má zařízení podle tohoto vynálezu primární vinutí, které je delší než na něm uspořádané sekundární vinutí s více vývody tvořené soustavou sekundárních cívek, které jsou primárním vinutím buzeny, čímž se výhodně zajistí symetrie magnetického pole na všech sekundárních cívkách.

Buzení primárního vinutí je zvláště výhodně provedeno proudovým zdrojem se střídavým proudem konstantní amplitudy.

40

Jak již bylo uvedeno, zařízení podle vynálezu má čidlo polohy, jehož sekundární vinutí s více vývody sestává ze skupiny sekundárních cívek, kde každá sekundární cívka sestává z několika částí vinutí, např. ze dvou, tří nebo čtyř částí vinutí. Zvláště výhodně jsou tyto části sekundárního vinutí každé sekundární cívky vzájemně symetrické, což pro účely tohoto vynálezu znamená, že jsou v podstatě stejně dlouhé a mají stejný počet závitů. Tyto části vinutí sekundární cívky jsou příslušně uspořádány na odpovídajícím počtu elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí, tedy v případě dvou částí vinutí jedné sekundární cívky jsou tyto dvě části uspořádány na dvou elektromagneticky odlišných úsecích primárního vinutí, v případě tří částí vinutí sekundární cívky jsou tato uspořádána na třech elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí a v případě čtyř částí vinutí sekundární cívky jsou tato uspořádána na čtyřech elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí, vždy jedna část vinutí na jednom elektromagneticky odděleném úseku. Výhodné je, když jsou uvedené části vinutí sekundární cívky uspořádány na vzájemně sousedících elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí, čímž se zjednoduší vytváření kódů. Takovým vytvořením čidla zařízení podle tohoto vynálezu je při změně polohy sledovaného prvku a tedy i změně polohy kódovacího prvku vůči popsanému

55

uspořádání sekundárních cívek čidla dosaženo na výstupu každé sekundární cívky čidla výstupního signálu majícího alespoň tři napětíové stavy. Tím se umožní úspora počtu vývodních vodičů z čidla. Obzvláště výhodně má zařízení podle tohoto vynálezu čidlo, jehož každá sekundární cívka je vytvořena ze dvou částí vinutí, které jsou příslušně uspořádány na dvou sousedních elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí tak, že je každá část sekundární cívky uspořádána na elektromagneticky odlišném odděleném úseku primárního vinutí. Dvě části sekundárních cívek uspořádané na dvou elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí totiž poskytují snížení počtu vývodních vodičů na polovinu a současně umožňují zajistit spolehlivě měřitelnou úroveň výstupního napětí pro všechny rozhodné polohy kódovacího prvku vůči dané sekundární cívce. Není tím ale vyloučeno vytvoření sekundárních cívek s více částmi.

Vhodným zvolením fyzické délky jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí a příslušně pak délek sekundárních cívek čidla, resp. jejich částí, a také počtem sekundárních cívek se umožní dosažení požadované přesnosti měření aktuální polohy sledovaného prvku v rozsahu jeho pohybu. Délkou elektromagneticky odděleného úseku je tedy možné v podstatě určit velikost měřeného kroku posunu sledovaného prvku, např. 40 mm. Samotný posun sledovaného prvku v rozsahu jeho pohybu může být jak krokový, tak i kontinuální. Např. pro rozsah pohybu sledovaného prvku 560 mm vychází pro přesnost měření pohybu 40 mm počet elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí, na kterých je popsáním způsobem uspořádáno sekundární vinutí, alespoň 14, pro rozsah pohybu sledovaného prvku 2000 mm je počet elektromagneticky oddělených úseků 50 a pro rozsah 3800 mm pak 95.

Zvláště výhodně má zařízení podle tohoto vynálezu čidlo, jehož vinutí jsou vytvořena na cívkovém jádru z feromagnetického materiálu, které má na sobě vytvořeny úseky pro navinutí elektromagneticky oddělených částí primárního vinutí.

Kódovacím prvkem se potom pro účely této přihlášky rozumí prvek sestavený z lineárně uspořádaných magnetických a nemagnetických úseků vhodné délky, který je uspořádaný pro lineární pohyb vůči čidlu s měřicími sekundárními cívkami, přičemž se může pohybovat jak kódovací prvek vůči stacionárně uspořádaným měřicím cívkám, tak i měřicí cívky vůči stacionárně uspořádanému kódovacímu prvkem. Magnetické a nemagnetické části kódovacího prvku mají vhodně zvolené délky a jsou uspořádány tak, aby se alespoň pro každou měřenou polohu sledovaného prvku polohou těchto magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku vůči čidlu vygeneroval na výstupu měřicích cívek čidla při požadované přesnosti měření lineárního posuvu sledovaného prvku unikátní signál. Požadovaná přesnost měření lineárního posuvu sledovaného prvku je v podstatě určena požadovaným počtem diskretních kroků sledovaného prvku v průběhu jeho lineárního pohybu. Uvedeným vhodným seskládáním vhodně zvolených délek magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku je tak zajištěno, že pro každou měřenou polohu kódovacího prvku vůči cívkám čidla polohy, která odpovídá aktuální měřené poloze sledovaného prvku, se vygeneruje unikátní kód. Tento unikátní kód je vygenerován měřením napětí indukovaného na jednotlivých sekundárních měřicích cívkách. Napětí na sekundárních cívkách jsou pro každou polohu sledovaného prvku odlišná, přičemž na každé sekundární cívce mohou v závislosti na počtu jejích částí nastat alespoň tři napětíové stavy, což umožňuje při daném počtu sekundárních cívek zvýšit počet rozlišených poloh sledovaného prvku. Jak již bylo uvedeno, ke změně indukovaného napětí na každé sekundární měřicí cívce dochází díky změně jejich indukčnosti v důsledku pohybu sledovaného prvku, čímž se změnilo postavení magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku vůči skupině měřicích cívek. Příklad takového vytvoření unikátního kódu bude uveden dále v popisu.

Zvláště výhodně je možné v zařízení podle tohoto vynálezu vhodným seskládáním magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku o různé jejich délce zdvojnásobit počet měřených vzájemně rozlišitelných poloh sledovaného lineárně posuvného prvku při stejném počtu elektromagneticky oddělených úseků tak, že vždy s každou změnou polohy mezi sousedními měřenými polohami některá část magnetického a nemagnetického úseku je vůči čidlu v takové

pozici, která na výstupu měřicích sekundárních cívek čidla vyvolá změnu generovaného signálu. Např. pro rozsah pohybu sledovaného prvku 560 mm pak vychází pro dvojnásobnou přesnost měření pohybu 20 mm počet měřených, vzájemně rozlišitelných, poloh sledovaného prvku, daných jednotlivými elektromagneticky oddělenými úseky primárního vinutí, na kterých je

5 popsáným způsobem uspořádáno sekundární vinutí, alespoň 28, pro rozsah pohybu sledovaného prvku 2000 mm je počet měřených, vzájemně rozlišitelných, poloh v takovém případě 100 a pro rozsah 3800 mm pak 190.

Jak bylo uvedeno, je v zařízení podle tohoto vynálezu vhodným seskládáním magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku o různé jejich délce dosaženo toho, že pro každou polohu sledovaného prvku je vytvořen unikátní kód. Zvláště výhodně je v poloze kódovacího prvku, odpovídající vybrané důležité poloze sledovaného prvku, např. spodní koncové poloze regulačního prvku jaderného reaktoru, kódovací prvek vytvořen pro vytvoření výrazně odlišné impedance napájecí primární cívkou oproti jiným libovolným polohám kódovacího prvku. Tím lze

15 spolehlivě zajistit identifikaci vybrané důležité polohy sledovaného prvku i při poruše zbývajících částí čidla. Měření impedance primárního vinutí čidla je zvláště výhodné, protože toto vinutí je díky své konstrukci zvláště odolné. Tímto je podle tohoto vynálezu možné nezávisle identifikovat, že sledovaný prvek dosáhl vybrané důležité polohy. Uvedená jednoznačně identifikovatelná změna impedance primární cívkou je výhodně dosažena pomocí jednoznačně identifikovatelného zvýšení/snížení její impedance, které nastane pouze v uvedené důležité poloze sledovaného prvku. Tohoto jednoznačně identifikovatelného zvýšení/snížení impedance primární cívkou se dosáhne zakrytím primární cívkou obzvláště dlouhým magnetickým či nemagnetickým úsekem kódovacího prvku. Tím se výhodně zajistí možnost nezávislého a spolehlivého zjištění, že sledovaný prvek dosáhl této důležité polohy. Výhodně je důležitou

20 polohou sledovaného prvku koncová poloha sledovaného prvku, kterým je zvláště výhodně regulační prvek jaderného reaktoru, takže např. v případě přerušení některého vývodního vodiče soustavy měřicích cívek je možné za pomoci změny indukce primární cívkou možné indikovat, že regulační prvek jaderného reaktoru dosáhl své spodní polohy.

30 Za důležitou polohu sledovaného prvku se pro účely této přihlášky výhodně považuje i určitý rozsah poloh sledovaného prvku, ve kterých se již dosáhne v podstatě požadovaného výsledku. Např. za spodní polohu regulačního prvku jaderného reaktoru se považuje již taková jeho poloha, která zajistí jeho maximální regulační účinnost na štěpnou reakci, kdy regulační prvek již překrývá celou délku aktivní zóny jaderného reaktoru.

35 Zařízení k měření polohy sledovaného prvku je tedy v podstatě ukazatel absolutní polohy sledovaného prvku. Jak se mění poloha kódovacího prvku vůči soustavě primárních i sekundárních cívek čidla zařízení podle tohoto vynálezu v závislosti na poloze sledovaného prvku, ovlivňuje se tím indukčnost jednotlivých sekundárních měřicích cívek a mění se tak velikost na nich indukovaného napětí a díky těmto různým napětím indukovaným na jednotlivých sekundárních cívkách se umožňuje vytvoření jedinečného kódu pro každou polohu sledovaného prvku. Výhodně pak zařízení k měření polohy obsahuje i napájecí elektroniku k napájení soustavy cívek a vyhodnocovací elektroniku k vyhodnocení uvedené absolutní polohy.

45 Výhody způsobu a zařízení podle tohoto vynálezu jsou zejména následující:
– díky vícestavovému výstupu na každé měřicí cívice je zařízení pro měření polohy podle tohoto vynálezu vyvinuto s malým, v podstatě minimálním, počtem vývodů měřicích cívek, na kterých jsou v důsledku pohybu kódovacího prvku vůči sestavě cívek generovány vždy alespoň tři napěťové stavy, přičemž je zajištěna vysoká přesnost měření polohy sledovaného prvku, zvláště výhodně regulačního orgánu jaderného reaktoru. Při daném počtu vývodů sekundárních cívek čidlo podle tohoto vynálezu tedy umožňuje podávat přesnější informace o poloze sledovaného prvku, např. regulačního orgánu. Této výhody se dosahuje tím, že pro každou z měřicích cívek jsou generovány alespoň tři napěťové stavy, což umožňuje navýšit počet kombinací pro daný počet měřicích cívek a není tedy zapotřebí navyšovat počet vodičů instalovaných kabelových tras

50 pro zvýšení přesnosti informace o poloze regulačního orgánu;

55

- výše popsaná úspora počtu vývodních vodičů umožní vytvoření více větví primárního vinutí pro zvýšení odolnosti čidla proti jednoduché poruše způsobené např. přerušením vodiče v jedné z větví primárního vinutí;
- možný vyšší počet vyhodnocovaných vzájemných poloh cívek a kódovacího prvku umožňuje využití čidla podle tohoto vynálezu i pro různé aplikace, kde je vyžadována přesná znalost polohy sledovaného prvku;
- možnost nezávislého vyhodnocení důležité polohy sledovaného lineárně posuvného prvku, zejména pak spodní koncové polohy regulační tyče u jaderného reaktoru pouze ze změřené impedance čidla, což zajišťuje napájecí a vyhodnocovací elektronika primárního vinutí;
- funkčnost primárního vinutí zálohována možností napájet libovolnou část primárního vinutí;
- napájecí a vyhodnocovací elektronika napojená na primární vinutí v případě jednoduché poruchy výhodně přejde do režimu vyššího buzení funkční části/částí primárního vinutí, čímž se zajistí výstupní signál měřicích cívek, který je schopna napájecí a vyhodnocovací elektronika dále zpracovávat;
- díky své konstrukci je zařízení podle tohoto vynálezu schopné spolehlivě pracovat i v případě vzniku poruch, které by u stávajících zařízení ke sledování absolutní polohy sledovaného prvku používaných zejména v jaderných elektrárnách znamenaly nutnost snížení výkonu reaktoru, nebo i jeho úplné odstavení, čímž provozovateli jaderné elektrárny vznikají obrovské ztráty, které zařízení podle tohoto vynálezu podstatně eliminuje,
- čidlo dle tohoto vynálezu ve spojení s vhodným pohonem sledovaného lineárně posuvného prvku doplňuje vlastní ucelené technické řešení pro nové projekty i pro projekty modernizací stávajících jaderných elektráren.

25 Objasnění výkresů

Příkladné provedení navrhovaného řešení je popsáno s odkazem na tyto související obrázky

30 Obr. 1 představuje pohled na první příklad uskutečnění zařízení pro měření podle tohoto vynálezu.

Obr. 2a představuje pohled na čidlo.

35 Obr. 2b představuje podélný řez čidlem z obr. 2a.

Obr. 2c představuje příčný řez čidlem z obr. 2b v místě A–A.

40 Obr. 3a představuje schéma zapojení jednotlivých primárních a sekundárních cívek čidla z obr. 2a.

Obr. 3b představuje princip generování tří výstupních rozhodovacích úrovní napětí posouváním kódovacího prvku po obou sekundárních cívkách čidla pro generování kódů.

45 Obr. 3c představuje průběh generovaných rozhodovacích úrovní na jednotlivých sekundárních cívkách čidla.

Obr. 3d představuje příklad možného kódu odpovídajícího třem výstupním rozhodovacím úrovní obou sekundárních cívek z obr. 3b.

50 Obr. 4 představuje druhý příklad uskutečnění kódovacího prvku pro měření délky zdvihu sledovaného lineárního prvku 560 mm.

55 Obr. 5 představuje schéma zapojení čidla se sekundárním vinutím s více vývody tvořeným šesti sekundárními cívkami.

Obr. 6 představuje generovaný kód na čidle z obr. 5 s kódovacím prvkem z obr. 4, kdy kódovací prvek se pohybuje skokově s krokem rovným délce jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků čidla.

- 5 Obr. 7 představuje generovaný kód na čidle z obr. 5 s kódovacím prvkem z obr. 4, kdy kódovací prvek vůči čidlu nebo naopak, se pohybuje kontinuálně.

Příklady uskutečnění vynálezu

10

Způsob měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku i zařízení k měření polohy lineárně posuvného prvku budou snadněji pochopitelné z následujícího popisu příkladů provedení. Tyto příklady však slouží především pro ilustraci vynálezu a nejsou zamýšleny jako omezení tohoto vynálezu na popsané příklady. V popsaných příkladech provedení jsou pro stejné technické prvky používány stejné vztahové značky a informace a údaje uvedené u jednotlivých příkladů uskutečnění zařízení podle tohoto vynálezu jsou zamýšleny jako aplikovatelné i u jiných příkladů uskutečnění, pokud to není výslovně uvedeno jinak nebo to jinak nevyplývá z kontextu popisu.

15

20

Na obr. 1 je zobrazen příklad uskutečnění zařízení k měření polohy sledovaného prvku, které lze použít například v jaderných reaktorech nebo v systémech s přímočarým pohybem sledovaného prvku. Zvláště výhodně je zařízení podle tohoto vynálezu použito v jaderných reaktorech jako součást pohonu regulačního orgánu jaderného reaktoru.

25

Vzájemným pohybem čidla vůči kódovacímu prvkem dochází v zařízení podle tohoto vynálezu ke změnám indukovaného napětí v jednotlivých sekundárních cívkách čidla a tím ke generování kódu, určujícího přesnou absolutní polohu sledovaného prvku, kterým je zvláště výhodně regulační orgán jaderného reaktoru. Díky alespoň třístavovému výstupu na jednotlivých sekundárních cívkách se tak zařízením podle tohoto vynálezu sníží počet vodičů vedoucích z čidla pro identifikaci polohy sledovaného prvku.

30

35

Zařízení pro měření polohy na obr. 1 obsahuje čidlo 1 a kódovací prvek 2, uspořádané v tomto příkladu provedení koaxiálně, přičemž v tomto příkladu provedení je kódovací prvek 2 mechanicky spojen se sledovaným lineárně posuvným prvkem, jehož poloha se má určovat, zatímco čidlo 1 je nehybné. Odborníkovi je ale jasné, že je také možné s tímto sledovaným prvkem spojit i čidlo 1 a nehybný v takovém případě bude kódovací prvek 2. Stejně tak je možné i jiné uspořádání čidla 1 a kódovacího prvku 2, kterým se zajistí jejich magnetické spřažení pro ovlivňování indukovaného napětí na sekundárních cívkách v důsledku vzájemného pohybu čidla 1 a kódovacího prvku 2. Na obr. 1 uvedený příklad uskutečnění slouží tedy pouze pro ilustraci provedení zařízení podle tohoto vynálezu.

40

45

50

Čidlo 1 představené na obr. 1 obsahuje magnetické jádro z vhodného materiálu opatřené pro názornost jen čtyřmi elektromagneticky oddělenými úseky čidla s primárním vinutím. Primární vinutí je zdvojené, tedy má dvě větve, a má vyvedený střed. Na primárním vinutí je koaxiálně uspořádáno sekundární vinutí tvořené dvěma sekundárními cívkami. Na obr. 1 jde jen o zvláště jednoduché provedení sloužící k pochopení zařízení podle tohoto vynálezu. Odborníkovi je zřejmé, že je možné vytvoření mnohem složitějších kombinací čidla 1 i kódovacího prvku 2, zejména v závislosti na délce zdvihu sledovaného prvku a potřebné velikosti sledovaného kroku. Pro správnou funkci zařízení podle tohoto vynálezu je zřejmé, že je zvláště výhodné, pokud mají všechny elektromagneticky oddělené úseky čidla stejnou délku. Obdobné pravidlo platí zvláště výhodně i pro části primárního vinutí a sekundárního vinutí, jejichž jednotlivé části jsou tedy výhodně vždy příslušně stejné.

55

Příklad zvláště výhodného uskutečnění čidla 1 je zřejmý z obr. 2a a 2b. Na obr. 2a je znázorněn boční pohled na jádro 1.1 cívky 1, v tomto příkladu provedení z feromagnetického materiálu, s navinutými primárními a sekundárními cívkami a na obr. 2 b je znázorněn řez čidlem. Jádro 1.1

cívky je opatřeno úseky 1.1.1 pro elektromagneticky oddělené části primárního vinutí 1.2. Elektromagneticky oddělené úseky primárního vinutí 1.2 čidla 1 se podle tohoto vynálezu zvláště výhodně vytvoří tím, že v po sobě následujících úsecích 1.1.1 na jádru 1.1 se mění směr navíjení primárního vinutí 1.2.

5

Na obr. 2a až 2c je znázorněno čidlo z obr. 1. Jak je z těchto obrázků zřejmé, je čidlo 1 v tomto příkladu provedení vytvořeno tak, že na jádru 1.1 je navinuto dvojité primární vinutí 1.2 a na něm je navinuto také s ním magneticky spřažené sekundární vinutí 1.3, které je v tomto příkladu provedení tvořené dvěma sekundárními cívkami 1.3.1 a 1.3.2. Jádro 1.1 cívky má v tomto příkladu provedení čtyři úseky 1.1.1, na kterých jsou postupně navinuty čtyři elektromagneticky oddělené části primárního vinutí 1.2, přičemž toto primární vinutí 1.2 je navinuto jako dvojité s prvním primárním vinutím 1.2.1 a druhým primárním vinutím 1.2.2 s vyvedeným středem primárního vinutí 1.2. Primární vinutí 1.2 je tedy uloženo na jádru 1.1 cívky s dvěma větvemi uspořádanými ve dvou vrstvách na sobě. Na primárním vinutí 1.2 je v tomto příkladu provedení následně navinuto sekundární vinutí 1.3 s více vývody. Sekundární vinutí 1.3 s více vývody je v tomto příkladu provedení tvořeno dvěma sekundárními cívkami 1.3.1 a 1.3.2 a každá tato sekundární cívka 1.3.1 a 1.3.2 sestává v tomto příkladu provedení ze dvou částí svého vinutí, kde každá tato část vinutí sekundární cívky sekundárního vinutí 1.3 je uspořádána na jiné elektromagneticky oddělené části primárního vinutí 1.2. Protože primární vinutí 1.2 je vytvořeno jako dvojité, je provedení obou jeho větví jasnější z obr. 2b, na kterém je proveden podélný řez čidlem 1 z obr. 2a. Provedení zapojení primárního vinutí 1.2 a sekundárního vinutí 1.3 je potom patrné z obr. 3a. Na obr. 2b je v tomto příkladu uskutečnění magnetické spřažení sekundárního vinutí 1.3 s primárním vinutím 1.2 zvláště výhodně provedeno tak, že sekundární vinutí 1.3 je koaxiálně navinuto na primárním vinutí 1.2, resp. ve vyobrazeném příkladu provedení na jeho druhém primárním vinutí 1.2.2. Na obr. 2b je tedy primární vinutí 1.2 s dvěma větvemi tvořeno jednak prvním primárním vinutím 1.2.1, navinutým vespod na jádru 1.1, a jednak druhým primárním vinutím 1.2.2, následně navinutým na prvním primárním vinutím 1.2.1, přičemž je vyveden střed primárního vinutí 1.2. Jak již bylo popsáno, elektromagneticky oddělené úseky primárního vinutí 1.2, resp. prvního primárního vinutí 1.2.1 i druhého primárního vinutí 1.2.2, jsou vytvořeny tak, že vždy dva sousedící úseky 1.1.1 jádra 1.1 cívky obsahují vůči sobě protiběžně navinuté úseky prvního primárního vinutí 1.2.1 i druhého primárního vinutí 1.2.2, tedy že na následujícím úseku 1.1.1 jádra 1.1 se vždy změní směr navíjení daného primárního vinutí 1.2.1, 1.2.2 pro vytvoření jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí 1.2.

35

Na obr. 2c je představen příčný řez čidlem 1 z obr. 2a v místě A–A, tedy v místě oddělovujícím jednotlivé elektromagneticky oddělené úseky 1.1.1. Jak je z obr. 2c vidět, je v oddělovujících úsecích mezi jednotlivými úseky 1.1.1 proveden zářez, kterým je výhodně protaženo příslušné primární vinutí, případně i sekundární vinutí do následujícího úseku. Délka jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí 1.2 je stejná a v tomto příkladu je 40 mm.

40

Na obr. 3a je potom znázorněno schéma zapojení jednotlivých vinutí cívek čidla 1 zařízení podle tohoto vynálezu z obr. 1, resp. obr. 2a. Jak je zde vidět, primární vinutí 1.2 je zdvojené s dvěma větvemi tvořenými prvním primárním vinutím 1.2.1 a druhým primárním vinutím 1.2.2 a má vyvedený střed. Pokud by se tedy jedna část primárního vinutí 1.2 přerušila, stále je možné zbylou větev primárního vinutí 1.2 napájet a získávat ze sekundárního vinutí 1.3 kód odpovídající absolutní poloze sledovaného lineárně posuvného prvku. Zvláště výhodně se pak ve zbývající větví primárního vinutí, 1.2 může zvýšit buzení, aby se vyrovnalo působení přerušené části primárního vinutí 1.2. Z obr. 3a je zřejmé, že jak první primární vinutí 1.2.1, tak i druhé primární vinutí 1.2.2 tvořící primární vinutí 1.2 obsahují vždy čtyři úseky, které jsou vzájemně elektromagneticky oddělené, jak bylo popsáno výše. Směr vinutí u prvního primárního vinutí 1.2.1 i druhého primárního vinutí 1.2.2 navinutých na sobě v jednom elektromagneticky odděleném úseku primárního vinutí 1.2 je takový, aby se působení jednotlivých větví primárního vinutí 1.2 vzájemně nerušilo, ale tak, aby se účinky proudu v obou větvích primárního vinutí 1.2,

50

uspořádaných v tomto příkladu provedení ve dvou na sobě navinutých vrstvách primárního vinutí 1.2, sčítaly.

- 5 Sekundární vinutí 1.3 svíce vývody je v tomto příkladu provedení tvořeno soustavou dvou za sebou uspořádaných sekundárních cívek 1.3.1 a 1.3.2, které jsou každá uspořádány vždy na dvou za sebou ležících elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí 1.2 a které mají v tomto provedení jeden konec připojen na společný vývod a druhý mají vyvedený samostatně ven, takže je zapotřebí jen tři vodičů vycházejících z tohoto sekundárního vinutí 1.3 s více vývody.
- 10 Kódovací prvek 2 zařízení podle tohoto vynálezu je tvořen alespoň jedním magnetickým úsekem 2.1 ohraničeným nemagnetickými úseky 2.2 nebo opačně. Na obr. 1 je kódovací prvek 2 tvořen jedním magnetickým úsekem 2.1 sahajícím přes všechny čtyři oddělené elektromagnetické úseky primárního vinutí, který je z obou stran ohraničen nemagnetickým okolím. Kódovací prvek 2 svými magnetickými úseky 2.1 a nemagnetickými úseky 2.2 vlivem změny polohy sledovaného
- 15 lineárně posuvného prvku pohybuje přes čidlo 1 a generuje unikátní kód v sekundárním vinutí 1.3 obou sekundárních cívek 1.3.1 a 1.3.2. Pohybem kódovacího prvku 2 vůči čidlu 1 se pro účely této přihlášky myslí relativní pohyb, tedy jak fyzický pohyb kódovacího prvku 2 vůči pevně umístěnému čidlu 1, tak i pohyb čidla 1 vůči pevně umístěnému kódovacímu prvku 2.
- 20 Na obr. 3b je znázorněn princip generování tří rozhodovacích úrovní napětí na jedné sekundární cívkce 1.3.1, 1.3.2 zařízení podle tohoto vynálezu při posouvání kódovacího prvku 2 přes tuto cívkku sekundárního vinutí 1.3. Poloha 0 potom zobrazuje kódovací prvek 2, jehož magnetický úsek zatím nepřekrývá žádnou z částí této sekundární cívkky 1.3.1, 1.3.2 sekundárního vinutí 1.3. Tomuto stavu odpovídá na obr. 3c úroveň výstupního napětí "a", tedy nejnižší indukované napětí
- 25 na dané sekundární cívkce 1.3.1, 1.3.2. V poloze 1 potom magnetický úsek kódovacího prvku překrývá celou první část sekundární cívkky 1.3.1, 1.3.2, cívkky, která je umístěna na jednom magneticky odděleném úseku primárního vinutí 1.2. Jak je vidět obr. 3c, této poloze odpovídá úroveň výstupního napětí "b", tedy střední úroveň. V poloze 2 na obr. 3b je potom znázorněn kódovací prvek 2 v poloze zcela překrývající danou sekundární cívkku 1.3.1, 1.3.2. Na jejím
- 30 výstupu je má výstupní napětí úroveň "c", tedy nejvyšší. Odborníkovi je zřejmé, že průběh napětí na obr. 3c je zjednodušen pro snazší pochopení, skutečný průběh napětí nebude vyložené skokový. Je proto vhodné nastavit prahové úrovně napětí, při jejichž dosažení nebo naopak překročení se výstupní úroveň napětí bude považovat, jako by dosáhla již dané skokové hodnoty. Je tedy zřejmé, že díky vynálezu je za pomoci pouhých tří vodičů vygenerovat signál označující
- 35 celkem pět poloh sledovaného prvku.

Na obr. 3d je potom příklad možného kódu odpovídajícího třem různým úrovním napětím a, b, c na dvou sekundárních cívkách 1.3.1, 1.3.2 sekundárního vinutí 1.3 zařízení podle obr. 1. Úroveň a odpovídá stavu, kdy daná sekundární cívkka 1.3.1, 1.3.2 není zakryta kódovacím prvkem 2, úroveň b odpovídá stavu, kdy je kódovacím prvkem 2 zakryta první část sekundárního vinutí 1.3 a úroveň c odpovídá stavu, kdy je kódovacím prvkem 2 zakryta celá jedna sekundární cívkka 1.3.1, 1.3.2 sekundárního vinutí 1.3. Z tohoto je zřejmé, že je zvláště výhodné, pokud délka magnetických úseků 2.1, a nemagnetických úseků 2.2 kódovacího prvku 2 odpovídá násobkům

40 délky jednoho elektromagneticky odděleného úseku čidla 1, respektive na něm uspořádané části sekundární cívkky 1.3.1, 1.3.2. Tato velikost je v daném příkladu provedení čidla 40 mm, takže celková délka jedné sekundární cívkky 1.3.1, 1.3.2 je 80 mm.

Obr. 4 potom představuje druhý příklad provedení kódovacího prvku 2 pro délku zdvihu 560 mm, který sestává ze dvou nemagnetických úseků 2.2 a dvou magnetických úseků 2.1, přičemž

50 minimální délka těchto jednotlivých magnetických úseků 2.1 či nemagnetických úseků 2.2 odpovídá celým násobkům délky jednoho elektromagneticky odděleného úseku čidla 1. Délky jednotlivých úseků jsou uvedeny na obr. 4 v mm.

Obr. 5 představuje schéma zapojení čidla 1 zařízení podle tohoto vynálezu obsahujícího šest

55 sekundárních cívek sekundárního vinutí 1.3 s více vývody, kde každá tato sekundární cívkka 1.3.1,

1.3.2 obsahuje dvě části vinutí, které jsou navinuty na dvou elektromagneticky oddělených úsecích čidla 1. Toto zařízení podle tohoto vynálezu má zdvojené primární vinutí 1.2, které je vytvořeno s dvanácti v sérii zapojenými primárními cívkami v každé větvi primárního vinutí 1.2 a je provedeno s vyvedeným středem. Všechny cívky obou větví primárního vinutí 1.2, tedy prvního primárního vinutí 1.2.1 a druhého primárního vinutí 1.2.2, jsou uspořádány v příslušných elektromagneticky oddělených úsecích 1.1.1 primárního vinutí 1.2. Cívky sekundárního vinutí 1.3 jsou zde uspořádány na druhé větvi primárního vinutí 1.2, tedy na druhém primárním vinutí 1.2.2, tak, že každá z dvojice částí vinutí sekundárních cívek 1.3.1, 1.3.2 sekundárního vinutí 1.3 je uspořádána na jiné primární cívce, ležící v jiném elektromagneticky odděleném úseku primárního vinutí 1.2, které spolu navzájem sousedí. Elektromagneticky oddělené úseky primárního vinutí 1.2 čidla 1 jsou vytvořeny obdobně k obr. 2a, tedy již výše uvedeným opačným směrem vinutí primárních cívek v daném elektromagneticky odděleném úseku primárního vinutí 1.2 na příslušně vytvořeném jádru 1.1. Délka jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků je v tomto příkladu provedena výhodně opět 40 mm, přičemž za sebou následující primární cívky každé části primárního vinutí 1.2 mají vždy obrácený směr vinutí, než má předchozí primární cívka dané části primárního vinutí 1.2, jak bylo uvedeno výše. Směr vinutí v jednotlivých elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí 1.2 v obou větvích, tedy prvního primárního vinutí 1.2.1 i druhého primárního vinutí 1.2.2, navinutých v tomto příkladu provedení na sobě, je takový, aby se působení jednotlivých větví primárního vinutí 1.2 vzájemně nerušilo, ale tak, aby se účinky proudu v obou na sobě navinutých vrstvách primárního vinutí 1.2 sčítaly.

Sekundární vinutí 1.3 s více vývody je v tomto případě tvořeno šesti sekundárními cívkami se společným vývodem 7a. Je zde také druhý vývod 1a první sekundární cívky, druhý vývod 2a druhé sekundární cívky, druhý vývod 3a třetí sekundární cívky, druhý vývod 4a čtvrté sekundární cívky, druhý vývod 5a páté sekundární cívky, druhý vývod šesté sekundární cívky je označen 6a, společný vývod 10a, tj. střed, primárního vinutí, druhý vývod 8a první části primárního vinutí a druhý vývod 9a druhé části primárního vinutí.

Obr. 6 pak představuje příklad kódu na čidle 1 obsahujícího šest sekundárních cívek sekundárního vinutí 1.3 a dvanáct primárních cívek primárního vinutí 1.2 v každé jeho větvi, jak byly vyobrazeny na obr. 5, při použití kódovacího prvku 2 z obr. 4. Každá sekundární cívka sekundárního vinutí 1.3 má dvě symetrické části uspořádané na odlišných elektromagneticky oddělených úsecích primárního vinutí čidla 1. Délka jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků čidla 1 je v tomto příkladu provedení 40 mm a kódovací prvek 2 se skokově pohybuje rovněž po 40 mm. Generovaný kód na čidle 1 z obr. 5 s kódovacím prvkem 2 z obr. 4 je určen pro měření délky zdvihu 560 mm sledovaného lineárně posuvného prvku, kdy kódovací prvek 2 vůči čidlu 1, nebo naopak, se pohybuje skokově s krokem rovným délce jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků čidla 1.

Obr. 7 představuje příklad kódu zařízení podle vynálezu zjištěného na čidle 1 obsahujícího šest sekundárních cívek sekundárního vinutí 1.3 s délkou 80 mm každá a dvanáct primárních cívek primárního vinutí 1.2 v každé jeho větvi s délkou 40 mm každá. Zapojení čidla 1 je vyobrazeno na obr. 5. Jako kódovací prvek je použit kódovací prvek 2 z obr. 4. Délka jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků čidla 1 je 40 mm. Kódovací prvek 2 se v tomto příkladu provedení pohybuje kontinuálně. Délka zdvihu sledovaného lineárně posuvného prvku je 560 mm. Jak již bylo uvedeno, stejně tak se může ale kontinuálně pohybovat čidlo 1 vůči kódovacímu prvku 2, záleží tedy, který z nich je se sledovaným lineárně posuvným prvkem spojen pro sledování polohy tohoto prvku. Kódovací prvek 2 má na obr. 4 magnetické úseky 2.1 a nemagnetické úseky 2.2 různých délek. Délky jednotlivých úseků 2.1, 2.2 jsou zde zvoleny a seskládány tak, že se pro dané sekundární vinutí 1.3 při každém posuvu měřeného lineárně posuvného prvku o 20 mm změní alespoň jedna z hodnot na výstupu sekundárního vinutí 1.3 s více vývody pro měření absolutní polohy sledovaného lineárně posuvného prvku. Díky takovému vytvoření kódovacího prvku 2 je možné zvýšit přesnost měření absolutní polohy z kroku 40 na 20 mm, přičemž je v tomto příkladu provedení nastavení vyhodnocovacího obvodu úrovní napětí generovaných na jednotlivých sekundárních cívkách sekundárního vinutí 1.3 s více vývody

provedeno tak, že úroveň napětí na výstupu každé sekundární cívky 1.3.1, 1.3.2 je brána tak, že dosáhla plné hodnoty již ve chvíli, kdy překročila spodní prahovou hodnotu, tzn., že pokud je jedna část dvojité sekundární cívky zakryta magnetickým úsekem kódovacího prvku 2 jen částečně, je signál považován za stejný, jaký by byl v případě zakrytí celé dané části této dvojité sekundární cívky. Konkrétně, pokud je zakryta jen polovina jedné části sekundární cívky, v daném případě tedy 20 mm z jedné sekundární cívky, výstupní hodnota je **b** a je stejná, jako by byla zakryta celá tato 40 mm část tvořící jednu sekundární cívkou o délce 80 mm. Pokud je magnetickou částí kódovacího prvku 2 zakryta jedna celá část jedné sekundární cívky a druhá část této sekundární cívky je zakryta jen z poloviny, je tedy zakryto 60 mm z této sekundární cívky, výstupní signál bude **c**, stejně jako by byla zakryta celá dvojitá sekundární cívkou, tedy 80 mm. Vhodným uspořádáním jednotlivých délek magnetických a nemagnetických úseků kódovacího prvku 2, jako je tomu např. v daném příkladu provedení pro kódovací prvek 2 s délkou 560 mm na obr. 4 se potom zajistí, že pro každou sledovanou polohu, tedy v tomto příkladu kódu z obr. 7 pro rozlišení posuvu po 20 mm, je v každé poloze kód jedinečný. Podle tohoto vynálezu je tedy vhodným uspořádáním délek magnetických úseků 2.1 a nemagnetických úseku 2.2 kódovacího prvku 2 možné, že s čidlem 1 s šesti dvojitými sekundárními cívkami, jehož schéma je vyobrazeno na obr. 5 a kde délka jednotlivých elektromagneticky oddělených úseků je 40 mm, se vytvoří jedinečné kódy pro délky kódovacích prvků 2 podstatně převyšující délku čidla, přičemž se zajistí identifikace většího počtu absolutních poloh, než je počet elektromagneticky oddělených úseků. V daném příkladu provedení to je 28 absolutních poloh.

Výše uvedený popis tedy slouží spíše jako ilustrace k pochopení podstaty vynálezu.

25 Průmyslová využitelnost

Praktické použití navrhovaného řešení je uvažováno pro měření polohy regulačního orgánu reaktory typu VVER 1000, popř. VVER 1200 nebo i dalších typů.

30

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku, při kterém se pro každou měřenou absolutní polohu čidla vytváří na skupině sekundárních cívek snímacího čidla unikátní kód jednoznačně identifikující tuto absolutní polohu lineárního posuvného prvku, přičemž tento unikátní kód se generuje různými kombinacemi napětí na skupině sekundárních cívek, kde tyto kombinace napětí na skupině sekundárních cívek se mění podle absolutní polohy měřeného lineárně posuvného prvku, **vyznačující se tím**, že se na každé sekundární cívce vytváří alespoň tři napětíové stavy v závislosti na konkrétní poloze lineárně posuvného prvku, přičemž každá měřená poloha lineárně posuvného prvku je určena jedinečnou kombinací uvedených alespoň tří napětíových stavů, které se vytvoří na všech sekundárních cívkách pro snížení počtu sekundárních cívek potřebných k určení polohy lineárně posuvného prvku.
2. Zařízení k měření absolutní polohy lineárně posuvného prvku, zejména regulačního orgánu jaderného reaktoru, obsahující čidlo (1) polohy a souběžně sním nebo koaxiálně sním uspořádaný kódovací prvek (2) sestávající z magnetických úseků (2.1) a nemagnetických úseků (2.2), uložených střídavě za sebou, kde kódovací prvek (2) s čidlem (1) polohy jsou vůči sobě lineárně pohyblivé pro vyhodnocení polohy lineárně posuvného prvku, přičemž čidlo (1) polohy obsahuje napájené primární vinutí (1.2) a magneticky s ním spřažené sekundární vinutí (1.3) svíce vývody pro snímání indukovaného napětí odpovídajícího určité poloze lineárního posuvného prvku, **vyznačující se tím**, že primární vinutí (1.2) je navinuto do skupiny vzájemně od sebe elektromagneticky oddělených úseků, s tímto primárním vinutím (1.2) je magneticky

55

spřaženo sekundární vinutí (1.3) svíce vývody tvořené množinou samostatných sekundárních cívek (1.3.1, 1.3.2) uspořádaných za sebou, kde každá sekundární cívka (1.3.1, 1.3.2) sestává z alespoň dvou částí vinutí a je vytvořena magneticky spřaženě s alespoň dvěma elektromagneticky oddělenými úseky primárního vinutí (1.2), přičemž každá tato část vinutí každé sekundární cívky (1.3.1, 1.3.2) sekundárního vinutí (1.3) je uspořádána magneticky spřaženě s odlišným elektromagneticky odděleným úsekem primárního vinutí (1.2), a že délka jednotlivých magnetických úseků (2.1) a nemagnetických úseků (2.2) kódovacího prvku (2) alespoň odpovídá délce elektromagneticky odděleného úseku primárního vinutí (1.2).

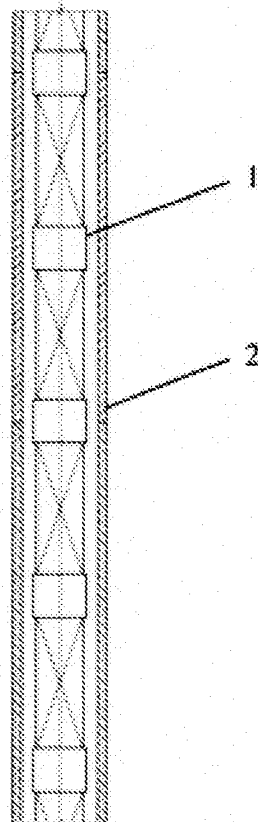
3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že magnetické spřažení primárního vinutí (1.2) se sekundárním vinutím (1.3) je provedeno souběžným nebo koaxiálním uspořádáním obou vinutí.
4. Zařízení podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že primární vinutí (1.2) je alespoň dvojité a je vytvořeno pro napájení každé části primárního vinutí (1.2) samostatně.
5. Zařízení podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že elektromagneticky oddělené úseky primárního vinutí (1.2) jsou vytvořeny opačným směrem vinutí primárního vinutí (1.2), přičemž v každém svém elektromagneticky odděleném úseku je primární vinutí (1.2) navinuto s opačným směrem vinutí vůči sousednímu elektromagneticky oddělenému úseku primárního vinutí (1.2).
6. Zařízení podle nároků 2, 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že sekundární cívka (1.3.1, 1.3.2) sekundárního vinutí (1.3) sestává ze dvou v podstatě identických částí vinutí a nejmenší délka jednotlivých magnetických úseků (2.1) a nemagnetických úseků (2.2) kódovacího prvku (2) odpovídá v podstatě délce dvou elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí (1.2) pro vytvoření tří napěťových stavů na každé sekundární cívkce sekundárního vinutí (1.3) v závislosti na poloze sledovaného lineárně posuvného prvku.
7. Zařízení podle nároků 2, 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že sekundární cívka (1.3.1, 1.3.2) sekundárního vinutí (1.3) sestává ze tří částí vinutí a nejmenší délka jednotlivých magnetických úseků (2.1) a nemagnetických úseků (2.2) kódovacího prvku (2) odpovídá v podstatě délce tří elektromagneticky oddělených úseků primárního vinutí (1.2) pro vytvoření čtyř napěťových stavů na každé sekundární cívkce sekundárního vinutí (1.3) v závislosti na poloze sledovaného lineárně posuvného prvku.
8. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že délka každého elektromagneticky odděleného úseku primárního vinutí (1.2) je stejná.
9. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že délka jednotlivých magnetických úseků (2.1) a nemagnetických úseků (2.2) kódovacího prvku (2) odpovídá v podstatě celým násobkům délky jednoho elektromagneticky odděleného úseku primárního vinutí (1.2).
10. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že kódovací prvek (2) je opatřen magnetickými úseky (2.1) a nemagnetickými úseky (2.2) s délkami vytvořenými pro generování kódu pomocí zrněny alespoň jednoho indukovaného napětí na alespoň jedné ze všech sekundárních cívek (1.3.1, 1.3.2), přičemž krok měřeného posuvu lineárně posuvného prvku odpovídá polovině délky jedné části jednoho sekundárního vinutí (1.3.1, 1.3.2) a pro každou měřenou polohu lineárně posuvného prvku je generovaný kód vytvořen jako jedinečný a neopakovatelný v celém rozsahu měření polohy.
11. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 2 až 10, **vyznačující se tím**, že v důležité poloze sledovaného lineárně posuvného prvku jsou magnetické úseky (2.1) nebo nemagnetické

úseky (2.2) kódovacího prvku (2) vytvořeny pro jednoznačně rozlišitelnou změnu impedance primárního vinutí (1.2).

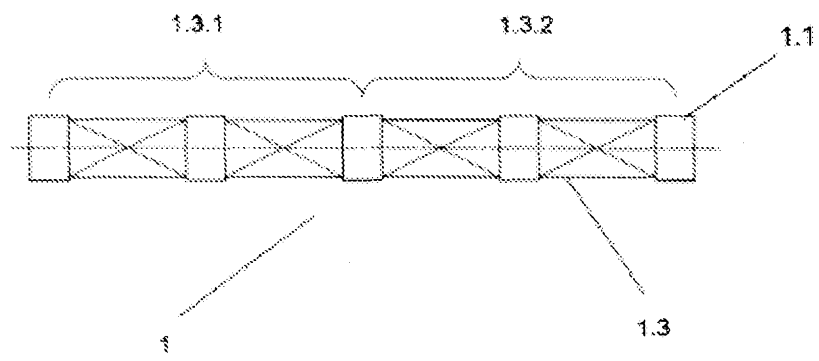
6 výkresů

Seznam vztahových značek:

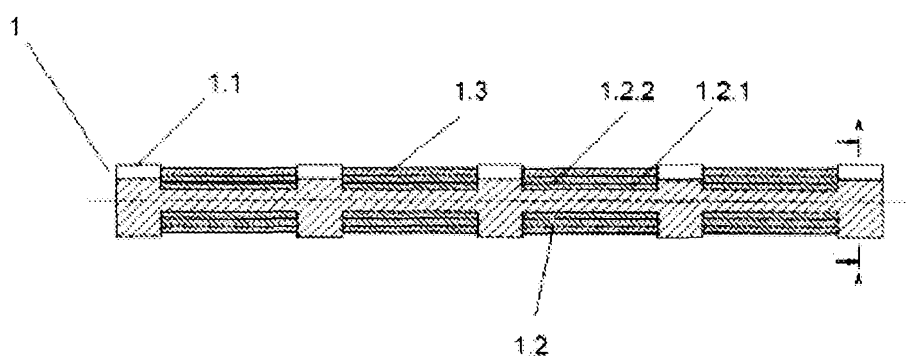
- 1 čidlo
 - 1.1 magnetické jádro
 - 1.1.1 úseky pro elektromagneticky oddělené části primárního vinutí
 - 1.2 primární vinutí
 - 1.2.1 první primární vinutí
 - 1.2.2 druhé primární vinutí
 - 1.3 sekundární vinutí s více vývody
 - 1.3.1 první sekundární cívka sekundárního vinutí s více vývody
 - 1.3.2 druhá sekundární cívka sekundárního vinutí s více vývody
- 2 kódovací prvek
 - 2.1 magnetický úsek kódovacího prvku
 - 2.2 nemagnetický úsek kódovacího prvku
 - 1a vývod první sekundární cívky
 - 2a vývod druhé sekundární cívky
 - 3a vývod třetí sekundární cívky
 - 4a vývod čtvrté sekundární cívky
 - 5a vývod páté sekundární cívky
 - 6a vývod šesté sekundární cívky
 - 7a společný vývod sekundárních cívek
 - 8a vývod první části primárního vinutí
 - 9a vývod druhé části primárního vinutí
 - 10a společný vývod primárního vinutí



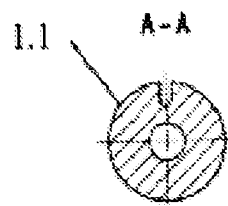
Obr. 1



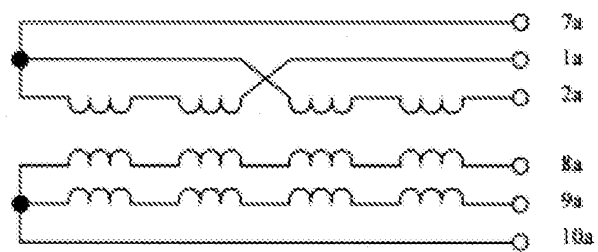
Obr. 2a



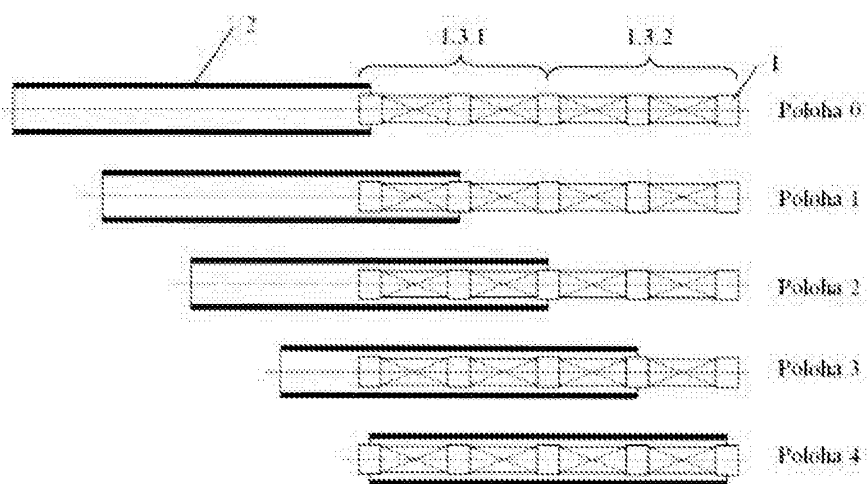
Obr. 2b



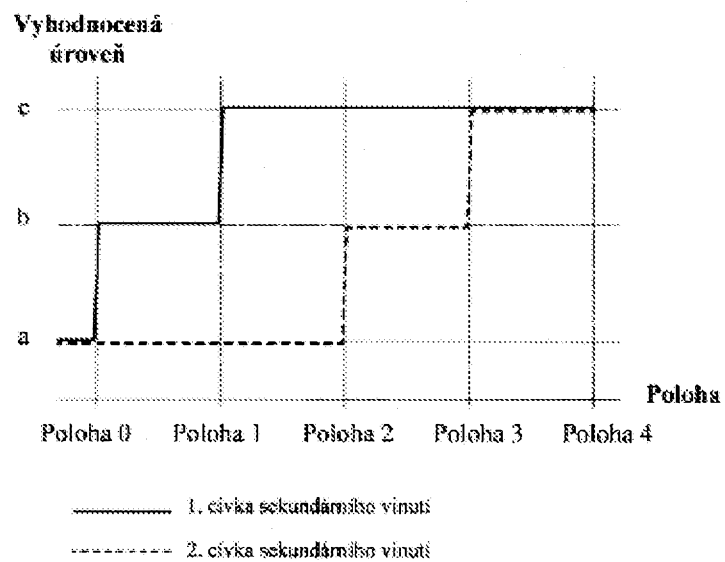
Obr. 2c



Obr. 3a



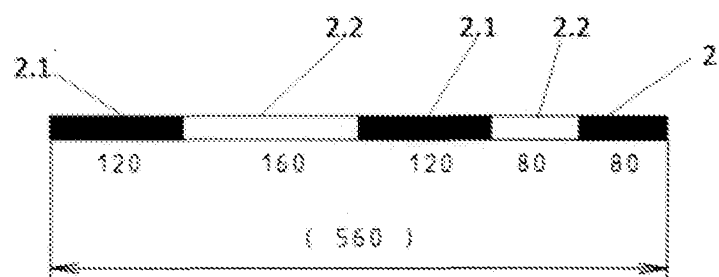
Obr. 3b



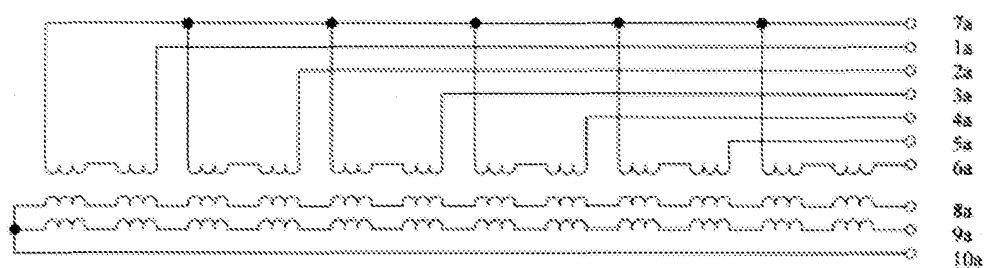
Obr. 3c

Vyhodnocená úroveň generovaného signálu		Poloha
1. cívka sekundárního vinutí	2. cívka sekundárního vinutí	
a	a	Poloha 0
b	a	Poloha 1
c	a	Poloha 2
c	b	Poloha 3
c	c	Poloha 4

Obr. 3d



Obr. 4



Obr. 5

Číslo vývodního vodiče sekundárních cívek a vyhodnocená úroveň generovaného signálu						Zdvih [mm]
1a	2a	3a	4a	5a	6a	
c	a	a	a	a	a	0
b	b	a	a	a	a	40
a	c	a	a	a	a	80
a	b	b	a	a	a	120
a	a	c	a	a	a	160
a	a	b	b	a	a	200
b	a	a	c	a	a	240
c	a	a	b	b	a	280

Číslo vývodního vodiče sekundárních cívek a vyhodnocená úroveň generovaného signálu						Zdvih [mm]
1a	2a	3a	4a	5a	6a	
b	b	a	a	c	a	320
a	c	a	a	b	b	360
a	b	b	a	a	c	400
b	a	c	a	a	b	440
b	a	b	b	a	a	480
a	b	a	c	a	a	520
a	b	a	b	b	a	560

Obr. 6

Číslo vývodního vodiče sekundárních cívek a vyhodnocená úroveň generovaného signálu						Zdvih [mm]
1a	2a	3a	4a	5a	6a	
c	a	a	a	a	a	0
c	b	a	a	a	a	20
b	b	a	a	a	a	40
b	c	a	a	a	a	60
a	c	a	a	a	a	80
a	c	b	a	a	a	100
a	b	b	a	a	a	120
a	b	c	a	a	a	140
a	a	c	a	a	a	160
a	a	c	b	a	a	180
a	a	b	b	a	a	200
b	a	b	c	a	a	220
b	a	a	c	a	a	240
c	a	a	c	b	a	260
c	a	a	b	b	a	280

Číslo vývodního vodiče sekundárních cívek a vyhodnocená úroveň generovaného signálu						Zdvih [mm]
1a	2a	3a	4a	5a	6a	
c	b	a	b	c	a	300
b	b	a	a	c	a	320
b	c	a	a	c	b	340
a	c	a	a	b	b	360
a	c	b	a	b	c	380
a	b	b	a	a	c	400
b	b	c	a	a	c	420
b	a	c	a	a	b	440
c	a	c	b	a	b	460
b	a	b	b	a	a	480
b	b	b	c	a	a	500
a	b	a	c	a	a	520
a	c	a	c	b	a	540
a	b	a	b	b	a	560

Obr. 7