

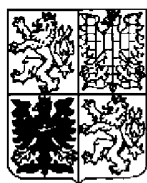
PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

1998 - 1896

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.06.1998**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.01.2000**
(Věstník č. 1/2000)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:
G 01 P 3/42
G 01 P 21/00

(71) Přihlašovatel:

VÚTS LIBEREC A. S., Liberec, CZ;

(72) Původce:

Šidlof Pavel, Liberec, CZ;

Škop Petr, Liberec, CZ;

Svoboda Miroslav, Liberec, CZ;

(74) Zástupce:

Musil Dobroslov Ing., Cejl 97, Brno, 659 18;

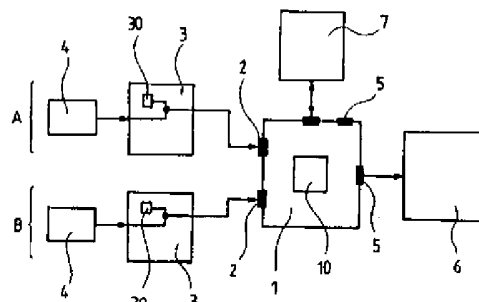
(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač pohybu a přesný generátor a měřicí soustava k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Způsob dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač /4/ pohybu a přesný generátor /30/ impulsů, při němž se přesným generátorem /30/ impulsů měří délka bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače /4/ pohybu měřeného objektu. Před vlastním měřením se z aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy určí výsledné konstanty měřicí soustavy, načež se provádí vlastní měření, během něhož se z dříve určených výsledných konstant měřicí soustavy a délky bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače /4/ pohybu určí charakteristiky pohybu měřeného objektu, z nichž se následně vytvoří výstupní signál, čímž se dosáhne spolehlivého a přesného měření pohybu měřeného objektu v každém ze širokého spektra možných pohybů. Měřicí soustava obsahuje alespoň jeden inkrementální snímač /4/ pohybu, který je vstupním modulem /3/ s přesným generátorem /30/ impulsů spřažen se základní procesorovou jednotkou /1/, která je opatřena alespoň jedním datovým výstupem /5/, jímž je spřažena se zařízením /6/ pro další zpracování výstupního signálu. Základní procesorová jednotka /1/ obsahuje

procesor /10/ opatřený pevným výpočtním algoritmem s aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy a tento procesor /10/ je spřažen s nastavovacím zařízením /7/ aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy.



Způsob dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač pohybu a přesný generátor a měřicí soustava k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač pohybu a přesný generátor impulsů, při němž se přesným generátorem impulsů měří délka bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače pohybu měřeného objektu.

Vynález se dále týká měřicí soustavy, která obsahuje alespoň jeden inkrementální snímač pohybu, který je vstupním modulem s přesným generátorem impulsů spřažen se základní procesorovou jednotkou, která je opatřena alespoň jedním datovým výstupem, jímž je spřažena se zařízením pro další zpracování výstupního signálu.

Dosavadní stav techniky

V současné době se měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů provádí rozdílnými způsoby, přičemž drobné rozdíly se projevují i při měření jednotlivých charakteristik jednoho typu pohybu, jako je např. měření úhlu natočení hřídele a měření jeho úhlové rychlosti či úhlového zrychlení. Z tohoto důvodu je nutno vždy podle druhu pohybu a zejména s ohledem na požadovanou měřenou charakteristiku přizpůsobit způsob měření a následně i veškeré prvky měřicí soustavy těmto požadavkům a podmínkám.

Při měření inkrementálními snímači pohybu je většinou stávajících měřicích soustav možno vyhodnotit pouze úhel pootočení nebo dráhu, resp. polohu, inkrementálního snímače. Při požadavku měřit úhlovou nebo lineární rychlost pohybu těmito inkrementálními snímači pohybu se využívá měření frekvence impulsů inkrementálního snímače, popř. se výsledná rychlost pohybu určuje jako derivace měřeného úhlu či dráhy inkrementálního snímače podle času. Relativní výhodou těchto způsobů je, že jsou jednoduché, a proto technicky a ekonomicky

nenáročné. Jejich nevýhodou však je, že jsou jednoúčelové a ne zcela využívají kvalit a možností inkrementálních snímačů pohybu, takže vykazují nedostatečnou přesnost, což je v některých speciálních případech činí nepoužitelnými.

Přesnější měření úhlové nebo lineární rychlosti pohybu lze uskutečnit měřením délek časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače. Úhlová nebo lineární rychlost je při takovém měření úměrná převrácené hodnotě délky těchto intervalů. Tento způsob oproti výše uvedeným způsobům vyžaduje složitější a tedy ekonomicky náročnější měřicí soustavu, která je přizpůsobena podmínkám měření. Tato měřicí soustava je podle okamžité potřeby jednokanálová nebo dvoukanálová a její sestava odpovídá aktuálně použitému zařízení pro zpracování naměřených hodnot.

Měření rozdílu úhlových nebo lineárních rychlostí, např. při měření nerovnoměrností pohybu, tj. např. měření torzních kmitů hřídelí, se uskutečňuje snímáním pohybu měřeného objektu dvojicí inkrementálních snímačů umístěných na příslušných místech měřeného objektu, např. na obou koncích rotujícího hřídele. Oba inkrementální snímače je možno pro zvýšení přesnosti měření nahradit speciálními, a tedy i drahými, snímači, které pracují např. na principu měření relativního pohybu setrvačné hmoty uložené na měkkých pružinách. Tyto speciální snímače však pracují pouze v určitých frekvenčních pásmech, takže nejsou použitelné při měření pohybů v širokém rozsahu rychlostí a frekvencí. Dále je možno využít dvojici snímačů zrychlení, kdy však nastávají problémy s přenosem jejich signálu z pohybujícího se měřeného objektu, s určením rychlosti integrací potřebných pro určení úhlové rychlosti, s nestabilitou nuly atd. Toto měření vyžaduje dvoukanálovou měřicí soustavu sestavenou podle aktuálně použitého zařízení pro zpracování naměřených hodnot.

Jak vyplývá z povahy doposud užívaných způsobů pro měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů a z měřících soustav používaných k provádění těchto způsobů, je každý z těchto způsobů vhodný pro měření relativně úzkého rozsahu typů pohybů a jejich jednotlivých charakteristik. Každá měřicí soustava založená na některém z výše uvedených způsobů vyžaduje pro zabezpečení svého spolehlivého chodu specifické prvky, které se potom podle aktuálního požadavku sestaví do potřebné měřicí soustavy, což je při požadavku být univerzálně schopen měřit široké spektrum různých pohybů a jejich různých

charakteristik nepraktické, protože to vyžaduje mít neustále k dispozici množství těchto různých prvků a vysoce kvalifikovanou obsluhu, čímž výrazně narůstají celkové náklady.

Cílem vynálezu je proto vyvinout jednoduchý univerzální způsob měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů umožňující plné využití příznivých vlastností inkrementálních snímačů pohybu a vytvořit jednoduchou a ekonomicky nenáročnou měřicí soustavu schopnou spolehlivě a přesně měřit požadované charakteristiky celého spektra možných pohybů.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač pohybu a přesný generátor impulsů, jehož podstata spočívá v tom, že před vlastním měřením se z aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy určí výsledné konstanty měřicí soustavy, načež se provádí vlastní měření, během něhož se z dříve určených výsledných konstant měřicí soustavy a délky bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače pohybu určí charakteristiky pohybu měřeného objektu, z nichž se následně vytvoří výstupní signál, čímž se dosáhne spolehlivého a přesného měření pohybu měřeného objektu v každém ze širokého spektra možných pohybů.

Aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy jsou frekvence přesného generátoru impulsů, počet impulsů inkrementálního snímače pohybu za jednotku dráhy, počet impulsů inkrementálního snímače pohybu, přes které se bude měřit, čímž se dosáhne účinné a plně dostatečné kalibrace měřicí soustavy na konkrétní podmínky pohybu měřeného objektu.

Je výhodné, jestliže se před vlastním měřením určí horní a dolní mez otáček, resp. rychlosti, měřeného objektu, čímž se dosáhne kalibrace výstupního signálu na konkrétní podmínky měřicí soustavy.

Dále je výhodné, jestliže se výstupní signál kontinuálně zaznamenává a/nebo vyhodnocuje, čímž se dosáhne spolehlivého a přesného vyhodnocení pohybu měřeného objektu v každém ze širokého spektra možných pohybů.

Výstupní signál se po svém vyhodnocení kontinuálně zaznamenává a/nebo se zobrazuje, což umožňuje následné další využití výsledků měření.

Tímto způsobem se dosáhne měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů s vysokou přesností a rozlišením v celém rozsahu možných pohybů a rychlostí.

Podstata měřicí soustavy k provádění tohoto způsobu spočívá v tom, že základní procesorová jednotka obsahuje procesor opatřený pevným výpočetním algoritmem s aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy a tento procesor je spřažen s nastavovacím zařízením aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy.

Základní procesorová jednotka je s výhodou opatřena dvojicí signálových vstupů, kde každému z těchto signálových vstupů je přiřazen jeden vstupní modul, s nímž je spřažen jeden inkrementální snímač pohybu.

Se základní procesorovou jednotkou a s inkrementálním snímačem spřažený vstupní modul je s výhodou tvořen samostatným od ostatních členů měřicí soustavy odděleným členem.

Základní procesorová jednotka je s výhodou opatřena dvojicí datových výstupů výstupního signálu, přičemž výstupní signál jednoho z nich je analogový a výstupní signál druhého z nich je digitální.

Nastavovací zařízení aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy pevného výpočetního algoritmu procesoru základní procesorové jednotky s výhodou tvoří zařízení pro další zpracování výstupního signálu.

Nastavovací zařízení aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy pevného výpočetního algoritmu procesoru základní procesorové jednotky je s výhodou tvořeno číslicovým počítačem s klávesnicí a monitorem.

Měřením podle tohoto vynálezu je možno pouhou snadnou změnou aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy nastavit stejnou měřicí soustavu k měření a vyhodnocování právě nejvýhodnější charakteristiky různých konkrétních měřených pohybů. Inkrementální snímače používané ve způsobu měření podle tohoto vynálezu jsou navíc velmi rozšířené a snadno dostupné a také jsou součástí řídicích nebo měřicích systémů celé řady strojů a zařízení, čímž

je umožněna jednoduchá aplikace tohoto způsobu měření na těchto strojích a zařízeních.

Přehled obrázků na výkrese

Vynález je schematicky znázorněn na výkrese, kde ukazuje obr. 1 základní principiální schéma měřicí soustavy, obr. 2 principiální schéma měřicí soustavy s nastavovacím zařízením aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy zabudovaným do základní procesorové jednotky, obr. 3 principiální schéma měřicí soustavy se základní procesorovou jednotkou vytvořenou jako PC-karta a obr. 4 principiální schéma měřicí soustavy spřažené s řídicí jednotkou měřeného objektu.

Příklady provedení vynálezu

Měřicí soustava pro dynamická měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů obsahuje základní procesorovou jednotku 1, která je opatřena dvojicí signálových vstupů 2 pro připojení dvou vstupních modulů 3. Na každý signálový vstup 2 lze připojit jeden vstupní modul 3. V příkladě provedení znázorněném na výkrese je na každý ze signálových vstupů 2 svým výstupem připojen jeden vstupní modul 3, přičemž na vstup každého z této dvojice vstupních modulů 3 je svým výstupem připojen jeden inkrementální snímač 4 pohybu měřeného objektu, tzn. že měřicí soustava obsahuje dva měřicí kanály, a to měřicí kanál A a měřicí kanál B. V jiném neznázorněném příkladě provedení je pouze k jednomu z obou signálových vstupů 2 připojen vstupní modul 3 spřažený s jedním inkrementálním snímačem 4 pohybu, což znamená, že měřicí soustava obsahuje jen jeden měřicí kanál. Každý inkrementální snímač 4 pohybu je známým způsobem podle konkrétních požadavků na provedení měření situován ve vhodném postavení vůči příslušným pohybujícím se částem měřeného objektu.

Každý z obou vstupních modulů 3 obsahuje známé neznázorněné zařízení pro přesné bezeztrátové měření bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy k němu připojeného inkrementálního snímače 4 pohybu, tzn. že každý z obou měřících kanálů A, B je schopen měřit pohyb jiného objektu nebo pohyb jednoho objektu v různých místech. Zařízení pro přesné bezeztrátové

měření bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy příslušného inkrementálního snímače 4 pohybu obsahuje přesný generátor 30 impulsů vstupního modulu 3, který svými impulsy vytváří časovou základnu pro měření.

Základní procesorová jednotka 1 obsahuje procesor 10, který je opatřen pevným výpočetním algoritmem pro výpočet charakteristik pohybu měřeného objektu snímaného inkrementálními snímači 4 pohybu jednoho nebo obou měřících kanálů A, B a pro jejich převedení na příslušný výstupní signál s požadovanými charakteristikami. Tento pevný výpočetní algoritmus zahrnuje jednak výsledné konstanty K, k₂ měřící soustavy a jednak změřenou velikost časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače 4 pohybu.

Výsledné konstanty K, k₂ měřící soustavy jsou určeny konkrétním celkovým uspořádáním měřící soustavy a jsou z hlediska měřící soustavy funkcí aktuálních konstant jednotlivých členů měřící soustavy, z nichž některé mohou být proměnitelně nastavitelné podle okamžité potřeby měření. Hodnoty aktuálních konstant jednotlivých členů měřící soustavy jsou dány charakteristikami konkrétních použitých inkrementálních snímačů 4 pohybu, frekvencemi f_{mA} a f_{mB} přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 každého měřícího kanálu A, B, horní a dolní mezí n_h, n_d otáček nebo rychlostí pohybu měřeného objektu.

Pro umožnění podrobnějšího zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 je tato opatřena alespoň jedním datovým výstupem 5, jímž se spřáhne se zařízením 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1. Pro stanovení výsledných konstant K, k₂ měřící soustavy a následné správné zpracování měřícími kanály A, B naměřených hodnot v procesoru 10 základní procesorové jednotky 1 podle pevného výpočetního algoritmu a konkrétních hodnot aktuálních konstant jednotlivých členů měřící soustavy je základní procesorová jednotka 1 dále spřažena s nastavovacím zařízením 7 těchto aktuálních konstant jednotlivých členů měřící soustavy.

V příkladě provedení znázorněném na obr. 1 je základní procesorová jednotka 1 opatřena dvojicí datových výstupů 5, přičemž výstupní signál na jednom z nich je analogový a výstupní signál na druhém z nich je digitální. Analogový výstupní signál se získá známým převodem digitálního výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 D/A převodníkem s vhodnými parametry.

V jiném neznázorněném příkladě provedení je počet datových výstupů 5 základní procesorové jednotky 1 jiný, přičemž je určen konkrétními požadavky na rozsah možností připojení většího počtu zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1.

V příkladě provedení znázorněném na obr. 2 je zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 tvořeno speciálním zařízením pro podrobnější analýzu výstupního signálu, tj. analyzátozem, přičemž nastavovací zařízení 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy je v tomto příkladě provedení tvořeno jednoúčelovým a tudíž i jednoduchým počítačem, který je fyzicky implementován do struktury základní procesorové jednotky 1.

V příkladě provedení znázorněném na obr. 3 je zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 tvořeno osobním počítačem, který je zároveň nastavovacím zařízením 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy, což umožňuje využití výpočetní kapacity tohoto osobního počítače spolu s okamžitým podrobným vyhodnocením výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 a jeho uložením na vhodný datový nosič, a to vše jedním jediným zařízením. V tomto příkladě provedení je základní procesorová jednotka 1 vytvořena jako tzv. PC karta, která je fyzicky implementována do struktury výše uvedeného osobního počítače. Takto koncipovaná měřicí soustava pro dynamická měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů je tedy vzhledem k minimálním rozměrům osobních počítačů, zejména v přenosném provedení, a vzhledem k malým rozměrům a hmotnosti vstupních modulů 3 snadno přemístitelná. V jiném neznázorněném příkladě provedení je nastavovací zařízení 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy tvořeno libovolným jiným typem počítače, např. speciálním jednoúčelovým počítačem.

V příkladě provedení znázorněném na obr. 4 je zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 tvořeno řídicí jednotkou měřeného objektu, přičemž nastavovací zařízení 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy je součástí této řídicí jednotky měřeného objektu, která v návaznosti na vyhodnocování pohybu měřeného objektu upravuje chod měřeného objektu.

V jednom z neznázorněných příkladů provedení, v němž je požadováno pouze zaznamenání a uložení výstupního signálu základní procesorové jednotky 1, je zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 tvořeno některým ze známých vhodných záznamových zařízení, např. pamětí počítačového typu nebo zapisovačem.

Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že měřicí soustava pro dynamická měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů podle tohoto vynálezu je široce využitelná, přičemž konkrétní vzájemné fyzické uspořádání jednotlivých členů měřicí soustavy lze uskutečnit mnoha různými způsoby, které však jsou co do splnění účelu rovnocenné. Je však možno říci, že využití všeobecně rozšířených osobních počítačů jako nastavovacího zařízení 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy a současně jako zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 je obzvláště výhodné.

Měřicí soustava pro dynamická měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů je některým ze známých způsobů spřažena se zdrojem elektrické energie. Měřicí soustava může obsahovat jak vlastní akumulátor, tak i prostředky pro připojení k elektrické rozvodné síti, což zvyšuje mobilitu měřicí soustavy. V příkladech provedení, kde je jako nastavovací zařízení 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy a/nebo jako zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 použit přenosný počítač, může měřicí soustava pro dynamická měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů jako zdroje elektrické energie využívat akumulátor tohoto přenosného počítače nebo i jeho přípojku k elektrické rozvodné síti.

Každý z měřících kanálů A a B pracuje následujícím způsobem.

Inkrementální snímač 4 vysílá konstantní počet impulsů za jednu otáčku nebo za jednotku dráhy, a to bez ohledu na to, jakou rychlostí se měřený objekt pohybuje, tzn. že frekvence impulsů inkrementálního snímače 4 je funkcí rychlosti pohybu měřeného objektu. Přesný generátor 30 impulsů vstupního modulu 3 generuje časově velmi přesně definované impulsy, přičemž frekvence f_m těchto impulsů je časově konstantní a je řádově vyšší než je frekvence impulsů inkrementálního snímače 4. Pro přesné změření délky bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače 4 pohybu se čítá počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3

v době mezi impulsy inkrementálního snímače 4 a z tohoto počtu X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 se určí délka všech bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače 4.

Z matematického vyjádření (rovnice 1) závislosti rychlosti pohybu měřeného objektu, resp. jeho otáček, na frekvenci f_m přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 vyplývá, že tato je funkcí několika veličin; z nichž pouze počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi impulsy inkrementálního snímače 4 je veličinou proměnnou během měření a závislou na pohybu měřeného objektu a ostatní veličiny této závislosti postihují konkrétní vlastnosti konkrétních jednotlivých členů měřicí soustavy popsané aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy, které jsou během měření neměnné. Těmito během měření neměnnými aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy jsou počet p impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu za jednu otáčku, resp. za jednotku dráhy, počet i impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, přes které se bude čítat počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 (smysl bude popsán dále) a horní a dolní mez n_h , n_d otáček nebo rychlostí pohybu měřeného objektu, jimiž se předem zvolí rozsah měření.

Frekvence impulsů f_m přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 každého měřicího kanálu A, B má zásadní vliv na přesnost měření, neboť při měření pomalých pohybů je na výstupu ze vstupního modulu 3 vysoký počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi dvěma sousedními impulsy inkrementálního snímače 4 pohybu, kdežto při měření rychlých pohybů je na výstupu ze vstupního modulu 3 nízký počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi dvěma sousedními impulsy inkrementálního snímače 4 pohybu. Jak však vyplývá z matematického vyjádření (rovnice 1), je možno nepříznivý vliv příliš nízkého počtu impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi dvěma sousedními impulsy inkrementálního snímače 4 pohybu eliminovat měřením přes větší počet i impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, což pro všechna měření a pro oba měřicí kanály A, B umožňuje použít ve vstupním modulu 3 obou měřicích kanálů A, B přesný generátor 30 impulsů s vhodnou konstantní frekvencí impulsů f_m . Je také možno podle aktuálního počtu X impulsů přesného generátoru 30 impulsů

vstupního modulu 3 mezi dvěma sousedními impulsy inkrementálního snímače 4 automaticky a s okamžitým účinkem na měřicí soustavu aktualizovat hodnotu počtu i impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, přes které se měří, čímž se dosáhne dokonalejšího přizpůsobení činnosti měřicí soustavy aktuálním charakteristikám pohybu měřeného objektu přímo během měření.

Vliv počtu i impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, přes které se měří, na přesnost měření je zřejmý z předchozího odstavce.

Před provedením vlastního měření se z aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy určí výsledné konstanty K , k_2 měřicí soustavy, čímž se měřicí soustava zkalibruje na konkrétní aktuální fyzické uspořádání, načež se provede vlastní měření. Během tohoto měření se, jak je uvedeno výše, čítá počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi určeným počtem i impulsů inkrementálního snímače 4 a takto získaný počet X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi určeným počtem i impulsů inkrementálního snímače 4 se vysílá do procesoru 10 základní procesorové jednotky 1, kde se podle pevného výpočetního algoritmu z dříve určených výsledných konstant K , k_2 měřicí soustavy a počtu X impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi určeným počtem i impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu vypočítávají charakteristiky pohybu měřeného objektu. Tyto vypočtené charakteristiky pohybu měřeného objektu se následně podle předem zvolených a nastavených parametrů převedou na výstupní signál základní procesorové jednotky 1, který se buď uloží na vhodný datový nosič k pozdějšímu zpracování některým z externích zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 nebo se tento výstupní signál základní procesorové jednotky 1 zařízením 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1 ihned zpracuje a uloží se až po tomto dalším zpracování. Výsledky tohoto dalšího zpracování se zároveň nebo s určitým zpožděním některým z vhodných způsobů zobrazují, např. tiskem nebo se zobrazují na monitoru. Základní výsledky měření, jako je rychlost pohybu měřeného objektu atd., se ihned zobrazují na monitoru.

Pevný výpočetní algoritmus procesoru 10 základní procesorové jednotky 1 pro stanovení hodnot výsledných konstant K , k_2 měřicí soustavy při měření úhlových rychlostí, popř. otáček, je založen na rovnici.

$$n = \frac{60 * f_m * i}{p * X} \quad [\text{min}^{-1}] \quad (\text{rovnice 1})$$

kde: n ... počet otáček hřídele měřeného objektu $[\text{min}^{-1}]$;

f_m ... frekvence impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 [Hz];

i ... počet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, přes které se měří;

p ... počet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu za 1 otáčku;

X ... počet impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi počtem i po sobě následujících impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu;

Pro nastavení horní a dolní meze n_h , n_d otáček hřídele měřeného objektu $[\text{min}^{-1}]$ platí rovnice lineárního zobrazení:

$$y = n * k_1 + k_2, \quad \text{resp.} \quad y = \frac{K}{X} + k_2 \quad (\text{rovnice 2})$$

kde: y ... vstup do D/A převodníku ($y \in \langle 0; 2^m - 1 \rangle$);

k_1 ... mezikonstanta;

k_2 ... výsledná konstanta měřicí soustavy;

K ... výsledná konstanta měřicí soustavy;

X ... počet impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 mezi počtem i po sobě následujících impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu;

Řešením těchto rovnic (rovnice 2 a 1) se zahrnutím horní a dolní meze n_h , n_d otáček hřídele měřeného objektu dostaneme hodnoty výsledných konstant K , k_2 měřicí soustavy:

$$K = \frac{60 * f_m * i}{p} * \frac{2^m - 1}{n_h - n_d} \quad (\text{rovnice 3}); \quad k_2 = -\frac{n_d * (2^m - 1)}{n_h - n_d} \quad (\text{rovnice 4})$$

kde: K ... výsledná konstanta měřicí soustavy;

k_2 ... výsledná konstanta měřicí soustavy

f_m ... frekvence impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 [Hz];

i ... počet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu, přes které se měří;

p ... počet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu za 1 otáčku;

2^m-1 ... maximální hodnota vstupu do D/A převodníku;

n_d ... dolní mez otáček hřídele měřeného objektu [min^{-1}];

n_h ... horní mez otáček hřídele měřeného objektu [min^{-1}];

m ... počet bitů D/A převodníku zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1.

Při rozdílovém měření úhlových rychlostí, např. při měření na obou koncích jednoho hřídele nebo na dvou různých hřídelích převodovky, nebo při jakémkoli jiném dvoukanálovém rozdílovém měření, kde jsou jednotlivé měřicí kanály A, B označeny indexy A, B, je výsledná rovnice:

$$y_{BR} = \frac{K_{1BR}}{X_B} - \frac{K_{2BR}}{X_A} + k_{2BR} \quad (\text{rovnice 5})$$

$$\text{kde: } K_{1BR} = \frac{60 * f_{mB} * i_B}{p_B} * \frac{2^m - 1}{n_{hBR} - n_{dBR}} \quad (\text{rovnice 6})$$

$$K_{2BR} = \frac{60 * f_{mA} * i_A}{z * p_A} * \frac{2^m - 1}{n_{hBR} - n_{dBR}} \quad (\text{rovnice 7})$$

$$k_{2BR} = - \frac{n_{dBR} * (2^m - 1)}{n_{hBR} - n_{dBR}} \quad (\text{rovnice 8})$$

kde: K_{1BR} , K_{2BR} , k_{2BR} ... výsledné konstanty měřicí soustavy;

X_A , X_B ... počet impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 příslušného měřicího kanálu A nebo B mezi příslušnými impulsy příslušného inkrementálního snímače 4 pohybu;

y_{BR} ... vstup do D/A převodníku;

$$y_{BR} \in \langle 0; 2^m-1 \rangle;$$

- f_{mA}, f_{mB}frekvence impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3 příslušného měřicího kanálu A nebo B [Hz];
- i_A, i_Bpočet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu každého měřicího kanálu A, B, přes které se měří;
- p_A, p_Bpočet impulsů inkrementálního snímače 4 pohybu každého měřicího kanálu A, B za 1 otáčku;
- 2^m-1maximální hodnota vstupu do D/A převodníku;
- n_{dBR}dolní mez rozdílu otáček ($n_A - n_B$) dvojice měřených prvků měřeného objektu;
- n_{hBR}horní mez rozdílu otáček ($n_A - n_B$) dvojice měřených prvků měřeného objektu;
- zpřevodový poměr mezi dvojicí měřených prvků měřeného objektu, tzn. mezi kanály A a B nebo A/B, (např. při měření na rozdílných hřídelích převodovky);
- m ... počet bitů D/A převodníku zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1.

Aplikace výše popsaného vynálezu v několika z možných konkrétních situací bude stručně popsána dále.

Příkladem aplikace tohoto vynálezu jako jednobanového měření měřicím kanálem A je měření nerovnoměrnosti otáčení při ustálených středních otáčkách stroje, při němž se využitím tohoto vynálezu dosáhne měření průběhu otáček, resp. úhlové rychlosti, s velkým rozlišením a přesností v jednom nebo i ve více cyklech stroje. Měření probíhá tak, že se inkrementální snímač 4 rotačního pohybu mechanicky připojí k měřenému hřídeli stroje a přes vstupní modul 3 se připojí k základní procesorové jednotce 1. Následně se nastavovacím zařízením 7 aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy nastaví hodnota počtu p impulsů inkrementálního snímače 4 za 1 otáčku, hodnota počtu i impulsů inkrementálního snímače 4, přes které se měří, hodnota frekvence f_{mA} impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupního modulu 3, hodnota dolní meze n_d otáček měřeného hřídele, hodnota horní meze n_h otáček měřeného hřídele a

hodnota počtu m bitů D/A převodníku zařízení **6** pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky **1**. Z těchto aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy se následně určí výsledné konstanty K a k_2 měřicí soustavy, které se automaticky uloží do procesoru **10** základní procesorové jednotky **1**. Na základě signálů z inkrementálního snímače **4** a přesného generátoru **30** impulsů vstupního modulu **3** pak procesor **10** základní procesorové jednotky **1** vypočítává okamžitou hodnotu y , která je vstupem do D/A převodníku umístěného v zařízení **6** pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky **1**. Rozsah napětí výstupního signálu z D/A převodníku, tj. jeho minimální a maximální napětí, pak odpovídá rozsahu otáček $n_d - n_h$ měřeného hřídele. Toto napětí se pak přivede na vstup záznamového a/nebo zobrazovacího zařízení. Tímto je dosaženo velmi citlivého a přesného měření změn otáček, popř. úhlové rychlosti, měřeného hřídele stroje. Výstupní signál je pak možno dále využít jako regulovanou veličinu vstupující do regulačního zařízení, které udržuje konstantní otáčky stroje.

Příkladem aplikace tohoto vynálezu jako dvoukanálového měření oběma měřicími kanály **A** a **B** je měření pro získání velmi přesného signálu, který je úměrný rozdílu otáček, resp. úhlových rychlostí, dvou měřených hřídelů, např. pro účely citlivé regulace pohonů, u pohonů mostových jeřábů, pohonů papírenských strojů, protahovacích strojů nebo válcovacích stolic, kdy se požaduje dodržování převodového poměru mezi oběma hřídeli. Při tomto měření podle vynálezu se v měřicí soustavě automaticky přepočítávají otáčky jednoho hřídele, resp. jeho úhlová rychlost, na otáčky, resp. úhlovou rychlost, druhého hřídele vzájemným převodovým poměrem z a poté se vypočítává rozdíl otáček n_{BR} obou měřených hřídelů, z čehož se vytváří výstupní signál základní procesorové jednotky **1**. Konkrétní aplikace vypadá tak, že inkrementální snímače **4** rotačního pohybu se mechanicky připojí k měřeným hřídelům a svými vstupními moduly **3** se připojí k základní procesorové jednotce **1**. Nastavovacím zařízením **7** aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy se nastaví hodnoty počtu p_A a p_B impulsů inkrementálního snímače **4** každého z obou měřicích kanálů **A**, **B** za 1 otáčku, hodnoty počtu i_A a i_B impulsů inkrementálního snímače **4** každého z obou měřicích kanálů **A**, **B**, přes které se měří, hodnoty frekvence f_{mA} a f_{mB} impulsů přesného generátoru **30** impulsů vstupního modulu **3** každého z obou měřicích

kanálů A, B (s výhodou mohou být frekvence f_{mA} a f_{mB} impulsů přesného generátoru 30 impulsů vstupních modulů 3 obou měřících kanálů A, B stejné), hodnota z převodového poměru mezi oběma měřenými hřídeli, tzn. poměr otáček n_A/n_B , hodnota dolní meze n_{dBR} rozdílu otáček obou měřených hřídelů, hodnota horní meze n_{hBR} rozdílu otáček obou měřených hřídelů a hodnota počtu m bitů D/A převodníku měřícího kanálu B umístěného v zařízení 6 pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky 1. Z těchto aktuálních konstant jednotlivých členů měřící soustavy se následně určí výsledné konstanty K_{1BR} , K_{2BR} a k_{2BR} měřící soustavy, které se automaticky uloží do procesoru 10 základní procesorové jednotky 1. Následně se provádí měření, při němž se podle těchto výsledných konstant K_{1BR} , K_{2BR} a k_{2BR} měřící soustavy určuje hodnota y_{BR} vstupu do výše uvedeného D/A převodníku měřícího kanálu B, jehož výstupní signál vykazuje napětí v rozsahu U_1 až U_2 , které odpovídá rozsahu mezi dolní mezí n_{dBR} rozdílu otáček obou měřených hřídelů a horní mezí n_{hBR} rozdílu otáček obou měřených hřídelů. Tento výstupní signál výše uvedeného D/A převodníku měřícího kanálu B lze následně využít jako regulovanou veličinu vstupující do regulačního zařízení, které je pak schopno s vysokou přesností udržovat mezi oběma měřenými hřídeli požadovaný převodový poměr z . Výstupní signál měřícího kanálu A, který je úměrný otáčkám jím měřeného prvního hřídele, a který je získán stejně jako v první popsané aplikaci se může zároveň využít pro měření a/nebo regulaci otáček tohoto měřeného hřídele, takže se zde zároveň využívá možnosti kombinace jedno- a dvou- kanálového měření.

Příkladem aplikace tohoto vynálezu, kdy lze využít jak jednokanálového, tak i dvoukanálového měření, je měření pohybu rozet jehlového tkacího stroje. Tato měření jsou významná při posuzování kritické fáze zanášení útku do prošlupu, tedy fáze, kdy se útek předává z jedné jehly na druhou. Rozety jehlového tkacího stroje jsou kola se speciálním ozubením, která pohánějí jehly sloužící k zanášení útku do prošlupu tkacího stroje, a která vykonávají vratný rotační pohyb. Poháněcí mechanismus rozet jehlového tkacího stroje je dynamicky nejnáročnějším mechanismem celého jehlového tkacího stroje a svými vlastnostmi omezuje maximální dosažitelnou frekvenci tkaní. Při jednokanálovém měření se vyhodnocují i úhly pootočení rozet, z nichž lze následně vyhodnotit maximální zdvih. Při dvoukanálovém měření se u jednoho z měřících kanálů A a B nastaví

opačný smysl otáčení než u druhého měřicího kanálu **A** nebo **B**. Rozdílové měření úhlových rychlostí pak místo rozdílu měří součet obou úhlových rychlostí, který je úměrný relativní rychlosti obou jehel. Podobným způsobem lze v zařízení **6** pro další zpracování výstupního signálu základní procesorové jednotky **1** vyhodnocovat i součet úhlů pootočení obou rozet, který je úměrný relativní vzdálenosti obou jehel.

Průmyslová využitelnost

Jak vyplývá z výše uvedeného, lze způsob dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou, která obsahuje alespoň jeden inkrementální snímač **4** pohybu a přesný generátor **30**, a měřicí soustavu k provádění tohoto způsobu využít při nejrůznějších měřeních pohybů jak rotačních, tak i lineárních, jako jsou měření torzních kmitů, měření na převodovkách nebo na převody spojených hřídelích, měření rozběhů a zastavení strojů a zařízení, velmi přesné měření otáček, měření kývavých pohybů, ověřování přesnosti inkrementálních snímačů a měření na strojích již opatřených inkrementálními snímači. Vynález lze rovněž využít v různých aplikacích v řídicích systémech strojů a zařízení např. pro zlepšení funkce řízených pohonů.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob dynamického měření lineárních, rotačních a kývavých pohybů měřicí soustavou obsahující alespoň jeden inkrementální snímač pohybu a přesný generátor impulsů, při němž se přesným generátorem impulsů měří délka bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače pohybu měřeného objektu, vyznačující se tím, že před vlastním měřením se z aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy určí výsledné konstanty měřicí soustavy, načež se provádí vlastní měření, během něhož se z dříve určených výsledných konstant měřicí soustavy a délky bezprostředně na sebe navazujících časových intervalů mezi impulsy inkrementálního snímače (4) pohybu určí charakteristiky pohybu měřeného objektu, z nichž se následně vytvoří výstupní signál, čímž se dosáhne spolehlivého a přesného měření pohybu měřeného objektu v každém ze širokého spektra možných pohybů.

2. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy jsou frekvence (f_m) přesného generátoru (30) impulsů, počet (p) impulsů inkrementálního snímače (4) pohybu za jednotku dráhy, počet (i) impulsů inkrementálního snímače (4) pohybu, přes které se bude měřit, čímž se dosáhne účinné a plně dostatečné kalibrace měřicí soustavy na konkrétní podmínky pohybu měřeného objektu.

3. Způsob podle nároků 1 a 2, vyznačující se tím, že před vlastním měřením se určí horní a dolní mez (n_h , n_d) otáček, resp. rychlosti, měřeného objektu, čímž se dosáhne kalibrace výstupního signálu na konkrétní podmínky měřicí soustavy.

4. Způsob podle nároků 1 až 3, vyznačující se tím, že výstupní signál se kontinuálně zaznamenává a/nebo vyhodnocuje, čímž se dosáhne spolehlivého a přesného vyhodnocení pohybu měřeného objektu v každém ze širokého spektra možných pohybů.

5. Způsob podle nároku 4, vyznačující se tím, že výstupní signál se po svém vyhodnocení kontinuálně zaznamenává a/nebo se zobrazuje, což umožňuje následné další využití výsledků měření.

6. Měřicí soustava k provádění způsobu podle nároků 1 až 5, která obsahuje alespoň jeden inkrementální snímač pohybu, který je vstupním modulem s přesným generátorem impulsů spřažen se základní procesorovou jednotkou, která je opatřena alespoň jedním datovým výstupem, jímž je spřažena se zařízením pro další zpracování výstupního signálu, vyznačující se tím, že základní procesorová jednotka (1) obsahuje procesor (10) opatřený pevným výpočetním algoritmem s aktuálními konstantami jednotlivých členů měřicí soustavy a tento procesor (10) je spřažen s nastavovacím zařízením (7) aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy.

7. Měřicí soustava podle nároku 6, vyznačující se tím, že základní procesorová jednotka (1) je opatřena dvojicí signálových vstupů (2), kde každému z těchto signálových vstupů (2) je přiřazen jeden vstupní modul (3), s nímž je spřažen jeden inkrementální snímač (4) pohybu.

8. Měřicí soustava podle nároků 6 a 7, vyznačující se tím, že se základní procesorovou jednotkou (1) a s inkrementálním snímačem (4) spřažený vstupní modul (3) je tvořen samostatným od ostatních členů měřicí soustavy odděleným členem.

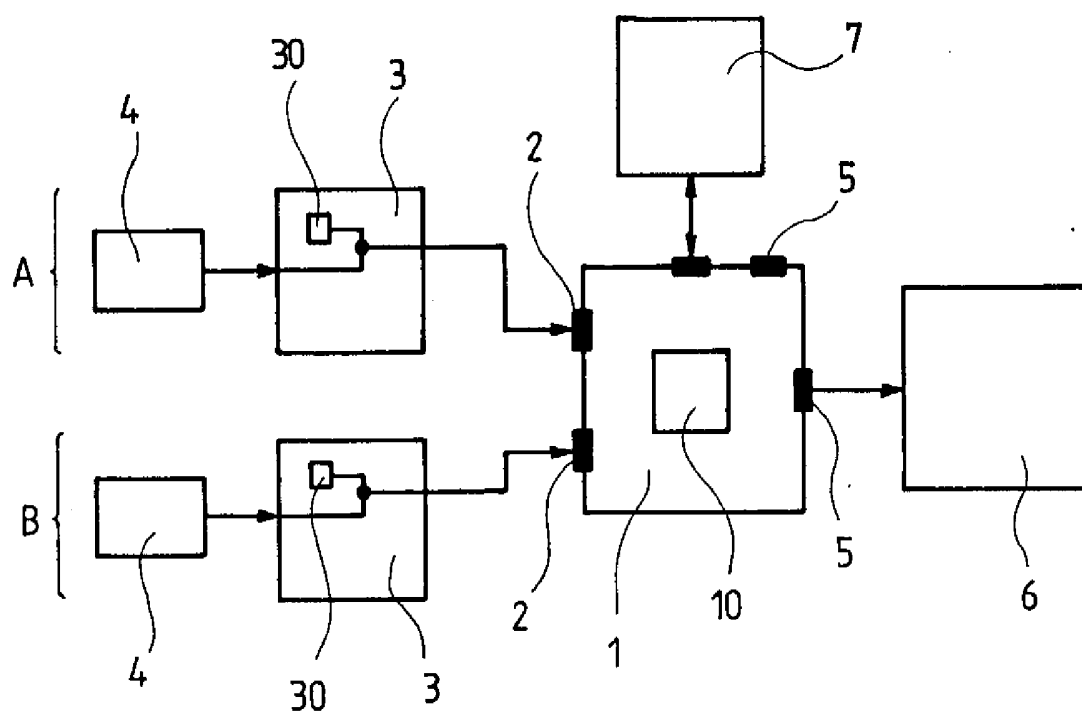
9. Měřicí soustava podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že základní procesorová jednotka (1) je opatřena dvojicí datových výstupů (5) výstupního signálu, přičemž výstupní signál jednoho z nich je analogový a výstupní signál druhého z nich je digitální.

10. Měřicí soustava podle nároků 6 až 9, vyznačující se tím, že nastavovací zařízení (7) aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy pevného výpočetního algoritmu procesoru (10) základní procesorové jednotky (1) tvoří zařízení (6) pro další zpracování výstupního signálu.

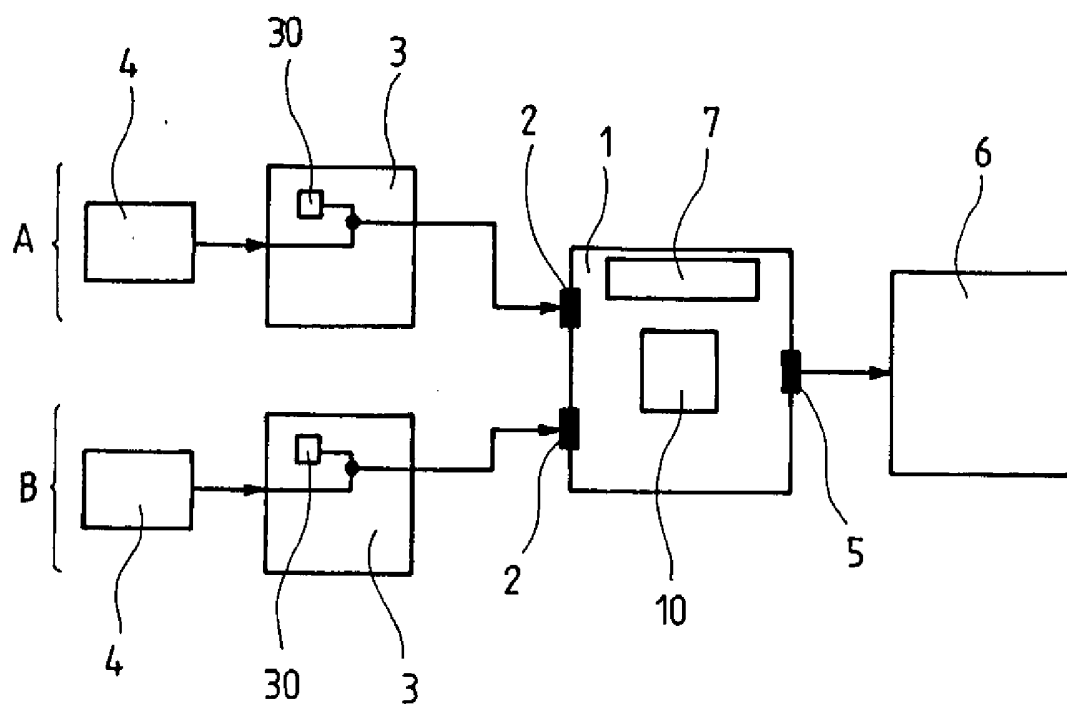
11. Měřicí soustava podle nároků 6 až 10, vyznačující se tím, že nastavovací zařízení (7) aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy pevného výpočetního algoritmu procesoru (10) základní procesorové jednotky (1) je tvořeno číslicovým počítačem s klávesnicí a monitorem.

Seznam vztahových značek

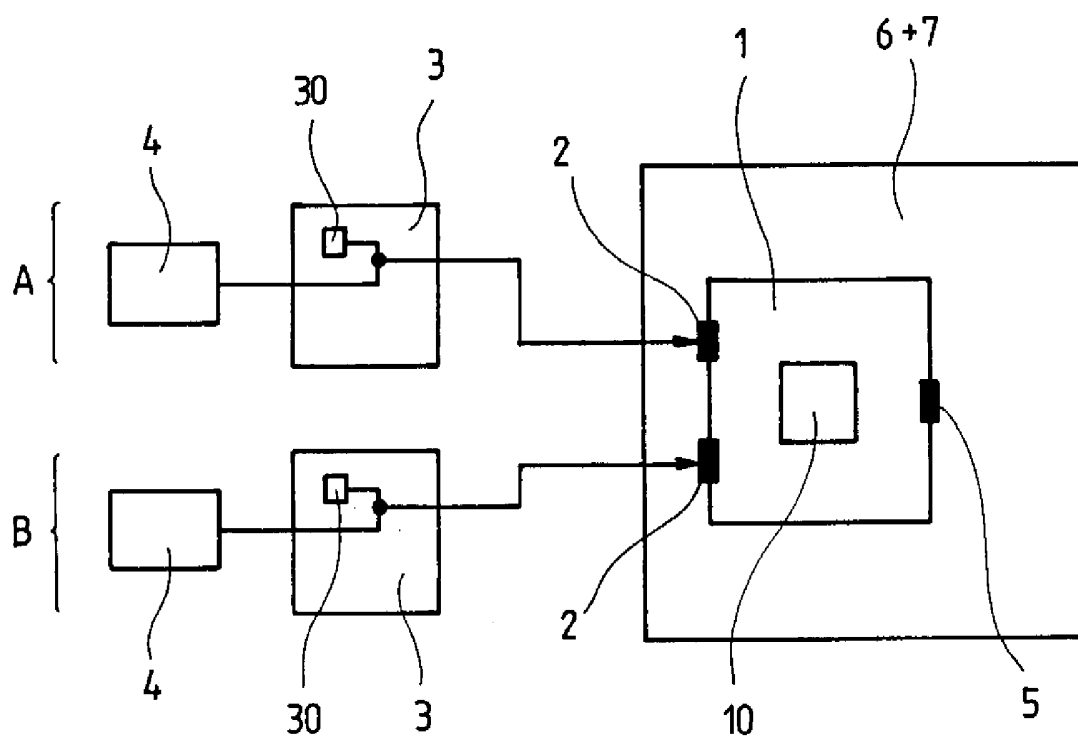
1	základní procesorová jednotka
10	procesor
2	signálový vstup
3	vstupní modul
30	přesný generátor impulsů vstupního modulu
4	inkrementální snímač pohybu měřeného objektu
5	datový výstup základní procesorové jednotky
6	zařízení pro další zpracování výstupního signálu
7	nastavovací zařízení aktuálních konstant jednotlivých členů měřicí soustavy
A	měřicí kanál
B	měřicí kanál
f_{mA}	frekvence přesného generátoru impulsů vstupního modulu měřicího kanálu
f_{mB}	frekvence přesného generátoru impulsů vstupního modulu měřicího kanálu
i	počet impulsů inkrementálního snímače pohybu, přes které se bude čítat počet impulsů přesného generátoru impulsů vstupního modulu
K	výsledná konstanta měřicí soustavy při jednokanálovém měření
k_1	mezikonstanta
k_2	výsledná konstanta měřicí soustavy při jednokanálovém měření
K_{1BR}	výsledná konstanta měřicí soustavy při dvoukanálovém rozdílovém měření
K_{2BR}	výsledná konstanta měřicí soustavy při dvoukanálovém rozdílovém měření
k_{2BR}	výsledná konstanta měřicí soustavy při dvoukanálovém rozdílovém měření
m	počet bitů D/A převodníku zařízení <u>6</u> pro další zpracování výstupního signálu
n	počet otáček hřídele měřeného objektu
n_h	horní mez otáček nebo rychlostí pohybu měřeného objektu
n_d	dolní mez otáček nebo rychlostí pohybu měřeného objektu
p	počet impulsů inkrementálního snímače pohybu za jednu otáčku, resp. za jednotku dráhy
X	počet impulsů přesného generátoru impulsů vstupního modulu v době mezi impulsy inkrementálního snímače
2^m-1	maximální hodnota vstupu do D/A převodníku



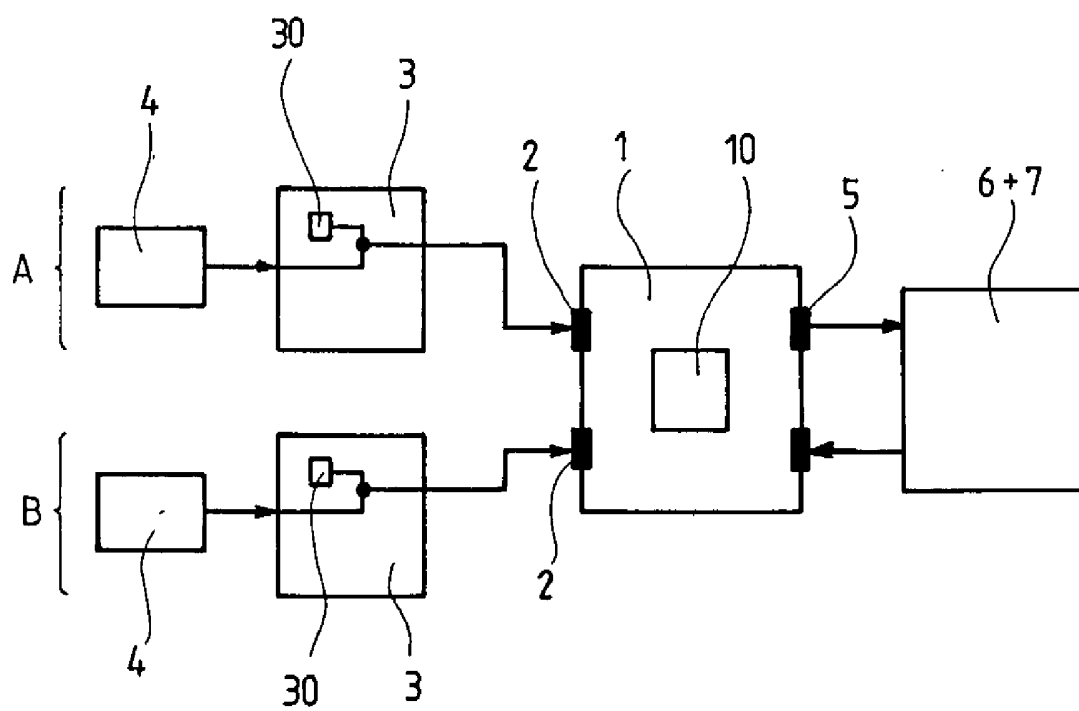
Obr. 1



Обр. 2



Obr. 3



Obr. 4