



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 04 10 83
(21) (PV 7228-83)

(40) Zveřejněno 16 12 85

(45) Vydáno 15 12 87

245106
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
H 04 B 5/02

(75)

Autor vynálezu

GRIM VÁCLAV ing., ROČEK PAVEL ing., PRAHA,
KÜNZEL GUNNAR ing., ÚSTÍ nad Orlicí

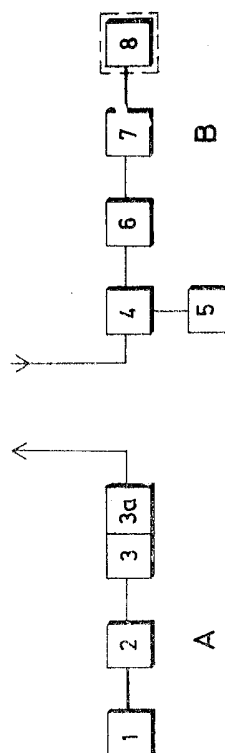
(54) Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů

1

Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky v systémech s úhlovou modulací, pracujících na vyšších kmitočtových pásmech.

Zapojení řeší problém vysokofrekvenčního telemetrického přenosu nf signálů včetně ss složky při měření a ovládání pohybujících se zařízení v průběhu pracovního procesu. Podstata vynálezu spočívá v přímém galvanickém nebo optickém a podobném propojení mezi výstupem snímače fyzikální veličiny (tlaku, teploty, vibrací ...), tj. zdrojem vstupního signálu a modulátorem, stabilním oscilátorem s násobičem kmitočtu ve vysílači jako s přímými převodníky změn vstupní úrovně na změny kmitočtu nebo fáze vln nosného signálu a v obdobné úpravě přijímače. V přijímači se stabilním oscilátorem, děličem kmitočtu, mf zesilovačem je výstup demodulátoru galvanicky, světelně nebo podobným způsobem propojen s koncovým ss zesilovačem, což umožňuje přímý převod změn kmitočtu nebo fáze signálu na změnu výstupní úrovně. K odstranění nelinearity přenosu jsou použity vhodné korektory. Zapojení je využitelné pro průmyslová měření, pro ovládání a pro automatické řízení výrobního procesu ve strojírenství, v chemických provozech, v lékařství apod.

2



Obr. 1

Vynález se týká zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky v systémech s úhlovou modulací FM, Φ M, pracujících na vyšších kmitočtových pásmech, sestávajícího z vysílače, v kterém se používá krystalem řízených stabilních oscilátorů a násobičů kmitočtu nebo jiných stabilních zdrojů kmitočtu a z podobně vybaveného přijímače telemetrického signálu.

Pro vysokofrekvenční přenos modulačního spektra včetně pásma nejnižších kmitočtů a stejnosměrné složky se dosud v systémech s úhlovou modulací FM, Φ M používá způsobu, který představuje rozdělení spektra zpravidla na dvě nebo více kmitočtových oblastí, jejich zpracování v příslušných modulátorech a filtrech na vysílací straně přenosové cesty a dále v alespoň dvou nebo více filtrech, v demodulátorech a v dalších obvodech na přijímací straně. Vícenásobná modulace a demodulace nízkofrekvenčního spektra je dosud složitým procesem a zařízením, která je používají, jsou většinou rozměrná, technicky náročná a nákladná. Dodržení podmínky lineární závislosti mezi vstupní úrovní modulačního signálu a úrovní výstupního demodulovaného signálu vyžaduje použití většího počtu elektronických prvků. Je skutečností, že dosavadní způsoby modulace a demodulace vysokofrekvenčního signálu, které používají buď kmitočtové, nebo fázové modulace, tedy neumožňují jednoduchým způsobem, lineárně a současně s nízkofrekvenčním spektrem přenést na vyšších kmitočtových pásmech též přímo jeho stejnosměrnou složku. Tak je tomu i v případě řešení vysílače k obdobnému účelu podle polského pat. spisu č. 59 983, podle něhož nelze přímo vyhodnocovat stejnosměrnou složku vstupního signálu. Navíc je toto řešení vysílače značně složitější, rozměrnější a má poměrně velkou energetickou spotřebu. Další systémy tohoto druhu sice využívají přímého přenosu nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky kmitočtovou modulací, ale pouze na nízkých přenosových kmitočtech, zpravidla do $f = 10$ kHz.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky ve sdělovacích systémech s úhlovou modulací FM nebo Φ M podle vynálezu, pracujících na vyšších kmitočtových pásmech, v základu tvořeném vysílačem a přijímačem. Podstata vynálezu spočívá v tom, že na straně vysílače je výstup snímače fyzikální veličiny nebo zdroj vstupního signálu včetně stejnosměrné složky většinou přímo galvanicky propojen na vstup stabilního modulátoru a dále propojen na oscilátor s násobičem kmitočtu o volitelném koeficientu násobení jako na přímé prvky převodníku vstupního napětí a jeho změn na úměrné změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače, a na straně přijímače, sestávajícího ze

směšovače spojeného se stabilním oscilátorem a připojeného na mezifrekvenční zesilovač, jehož výstup je připojen na stabilní demodulátor jako na přímý převodník kmitočtových nebo fázových změn nosného signálu na změny napětí na výstupu přijímače. Stability uvedených prvků převodníku změn vstupního napětí na změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače a prvků převodníku změn kmitočtu nebo fáze vysokofrekvenčního signálu na změny výstupního napětí v přijímači jsou určeny hodnotou zvolené přesnosti převodů.

Modulátor a oscilátor s násobičem kmitočtu ve vysílači jsou sloučeny v jeden aktivní stupeň opatřený výběrovým obvodem pro výběr žádaného harmonického kmitočtu nosného signálu.

Výstup demodulátoru přijímače je připojen na vstup stabilního stejnosměrného zesilovače. Propojení mezi snímačem a modulátorem nebo mezi demodulátorem a stejnosměrným zesilovačem mohou být též vytvořena světelným zdrojem a světelným přijímačem nebo druhým modulátorem a demodulátorem vysokofrekvenčního signálu. Korekční člen modulátoru sestavený z elektronických pasivních nebo aktivních prvků může být zapojen ve vysílači na výstup snímače fyzikálních veličin nebo vstupního signálu, kde tvoří součást modulačního členu modulátoru pro přímou eliminaci nelinearity snímače.

Korekční člen stejnosměrného koncového zesilovače, je-li použit, je zapojen v přijímači na výstup demodulátoru pro eliminaci nelinearity snímače fyzikálních veličin a vstupního modulačního signálu.

Jako snímače fyzikálních veličin lze použít snímač ze skupiny snímačů kapacitních, induktivních, odporových, piezorezistentních a optoelektronických.

Oscilátor vysílače zapojený současně jako násobič, je opatřen výběrovým obvodem s volitelným koeficientem násobení kmitočtu nosného signálu pro zvětšování citlivosti a zvyšování odstupu signálu od šumu a pro úpravu strmosti měření fyzikálních veličin čidlem, přičemž mohou být použita čidla různého typu.

Přijímač může být opatřen kmitočtovým děličem s volitelným koeficientem dělení pro úpravu rozsahu, citlivosti měření, zvyšování linearity a snížení strmosti měření fyzikálních veličin.

Vysílač se snímačem fyzikální veličiny je zpravidla umístěn v pohyblivé části kontrolovaného strojního zařízení, přičemž přijímač je umístěn buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo kontrolovaný stroj.

Pro účely řízení pracovního procesu je umístěn v pohyblivé části řízeného stroje přijímač, přičemž vysílač je umístěn buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo řízený stroj.

Pro optimalizaci a řízení a dále pro automatické ovládání pracovního procesu je pohyblivá část zařízení současně vybavena vysílačem kontrolních údajů a přijímačem pro řídicí signály k ovládání funkce pohyblivé části zařízení, přičemž přijímač kontrolních údajů s vysílačem řídicích signálů jsou umístěny na statických částech stroje nebo se nacházejí mimo tento stroj.

Výhody konstrukce zařízení s předmětným zapojením, které vykazuje vysokou kmitočtovou stabilitu, spočívají v tom, že použitím přímé galvanické vazby mezi snímačem vstupní veličiny a modulátorem prvního oscilátoru s násobičem kmitočtu ve vysílači se podstatně zjednoduší celý vysílač, což se projeví především tím, že se ušetří minimálně jeden modulátor, oscilátor a filtr. Zmenšení počtu aktivních a pasivních elektronických součástek vede v tomto případě k miniaturizaci a snížení elektrického příkonu. Z tohoto uspořádání pak vyplývají možnosti použít vysílače, zapojeného podle vynálezu, při průmyslových telemetrických měřeních, kde je vysílač například zabudován i na rozměrově malých, pohybujících se strojních dílech, aniž by svou hmotností nebo rozměry, případně jinou nežádoucí vlastností nepříznivě ovlivňoval funkci zkoušeného stroje. Tím se mohou získat ve stadiu výzkumu a vývoje a také ve výrobní sféře nejrůznějších oborů důležité informace o vlastnostech jak funkčních, tak i o používaném materiálu nebo o pracovním procesu, které dosud jiným způsobem nebylo možno změřit. Obdobně se použitím přímé galvanické vazby mezi demodulátorem a výstupními obvody v přijímači ušetří minimálně jeden demodulátor, oscilátor a filtr. Jsou-li výsledky a naměřené hodnoty během výrobního procesu zpracovány v součinnosti s dalšími zařízeními, umožňuje uspořádání podle vynálezu kontrolovat, řídit a optimalizovat tento proces. Funkce přijímače a vysílače z hlediska umístění a funkce může být též vzájemně záměrná. Obdobně jako vysílač, může být v pohybujících se strojních dílech umístěn miniaturní telemetrický přijímač, který ovládá zpracováním povelů vysílaných z řídicího stanoviště probíhající proces, a tím přispívá k jeho optimalizaci. V případě automatického řízení je výhodné vybavit pohyblivou část strojního zařízení jak miniaturním vysílačem, tak i miniaturním přijímačem. Přijímání a zpracování telemetrických signálů a vysílání řídicích signálů se potom uskutečňuje v přijímači a vysílači, které jsou umístěny mimo řízený stroj. Miniaturizace těchto externích telemetrických přijímačů a vysílačů není v podstatě rozhodující. Avšak úspora elektrického příkonu, které se dosahuje zapojením přijímače a vysílače podle vynálezu, může být rovněž významná, zvláště při vícesměnném nebo nepřetržitém provozu, při měření a při řízení procesu. Další výhodou zapojení podle vynálezu je

snadné dodržení lineárních závislostí mezi vstupní úrovní modulačního signálu a úrovní výstupního demodulovaného signálu, zvláště při správném užití násobičů nebo děličů kmitočtu a korektorů. Vhodným nastavením a cejchováním lze s dostatečnou přesností vyloučit i vliv nelinearit snímačů a převodníků neelektrických veličin na výsledky měření.

Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky v systémech s úhlovou modulací FM, Φ M pracujících na vyšších kmitočtových pásmech podle vynálezu bude blíže popsáno v příkladovém provedení s pomocí připojených vyobrazení, kde

obr. 1 znázorňuje blokové zapojení vysílače s modulátorem, stabilním oscilátorem a násobičem kmitočtu a přijímače s demodulátorem v uspořádání pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů, včetně stejnosměrné složky,

obr. 2 znázorňuje zapojení snímače fyzikálních veličin pro účely eliminace nelinearity,

obr. 3 znázorňuje zapojení snímače fyzikálních veličin a modulátoru na straně vysílače a kmitočtového děliče, demodulátoru, korekčního členu a koncového stejnosměrného zesilovače v přijímači.

Zapojení sestává z vysílače **A** a přijímače **B**, jak ukazuje obr. 1. Na straně vysílače **A** je výstup snímače **1** fyzikální veličiny nebo zdroj vstupního signálu včetně stejnosměrné složky galvanicky propojen na vstup stabilního modulátoru **2**, za kterým následuje stabilní oscilátor a násobič kmitočtu **3** s obvodem **3a** pro výběr žádaného kmitočtového násobku pro výstupní nosný signál. Tyto stupně tvoří přímé prvky převodníku vstupního napětí a jeho změn na úměrné změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače. Přijímač **B** sestává ze směšovače **4** se stabilním oscilátorem **5**, připojeného na mezifrekvenční zesilovač **6**, jehož výstup je veden na stabilní demodulátor **7** jako na přímý převodník kmitočtových nebo fázových změn nosného signálu na změny napětí na výstupu. Potřebné stability uvedených prvků převodníku změn vstupního napětí na změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače **A** a prvků převodníku změn kmitočtu nebo fáze vysokofrekvenčního signálu na změny výstupního napětí v přijímači **B** jsou určeny hodnotou zvolené přesnosti převodů.

Modulátor **2** a oscilátor s násobičem **3** ve vysílači **A** mohou být z hlediska funkce sloučeny v jeden aktivní stupeň opatřený výběrovým obvodem **3a** k výběru žádaného harmonického kmitočtu pro nosný signál, jak obr. 1 znázorňuje.

Na straně přijímače **B** je pro zvýšení výstupního výkonu za účelem ovládání záznamových zařízení výstup demodulátoru **7** připojen na vstup stabilního stejnosměrného zesilovače **8**.

Propojení mezi snímačem 1 a modulátorem 2 nebo mezi demodulátorem 7 a stejnosměrným zesilovačem 8 mohou být též vytvořena světelným zdrojem a světelným přijímačem nebo druhým modulátorem a demodulátorem nosného signálu apod.

Korekční člen 2a modulátoru 2, jak je patrné z obr. 2, sestavený z elektronických pasivních nebo aktivních prvků, je zapojen ve vysílači A na výstup snímače 1 fyzikálních veličin nebo zdroje vstupního signálu, kde tvoří součást modulačního členu 2b modulátoru 2 pro přímou eliminaci nelinearity snímače 1.

V případě, že nelze na straně vysílače použít korekční člen 2a, je možno zařadit před stejnosměrný zesilovač 8b korekční člen 8a, který je zapojen v přijímači B na výstup demodulátoru 7 pro eliminaci nelinearity snímače 1 fyzikálních veličin, tj. vstupního modulačního signálu, jak ukazuje obr. 3.

Jako snímač 1 fyzikálních veličin je použit snímač kapacitní, induktivní, odporový, piezorezistentní nebo optoelektronický.

Oscilátor 3 vysílače A zapojený současně jako násobič, může být vybaven výběrovým obvodem 3a s volitelným koeficientem násobení (1, 2, 3, ...) kmitočtu oscilátorového signálu pro zvětšování citlivosti a zvyšování odstupu signálu od šumu a pro úpravu strmosti měření fyzikálních veličin čidlem, přičemž mohou být použita čidla různého typu.

Přijímač B může být pro případ překročení meze linearitu přenosu opatřen kmitočtovým děličem 5a s volitelným koeficientem dělení (1, 2, 3, ...) pro úpravu rozsahu, citlivosti měření, zvyšování linearitu a snížení strmosti měření fyzikálních veličin.

Vysílač A se snímačem 1 fyzikální veličiny je zpravidla umístěn v pohyblivé části kontrolovaného strojního zařízení, přičemž přijímač B je pak umístován buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo kontrolovaný stroj.

Pro účely řízení pracovního procesu je přijímač B umístován v pohyblivé části ří-

zeného stroje, přičemž vysílač A je umístěn buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo řízený stroj.

Pro optimalizaci a řízení a dále pro automatické ovládání pracovního procesu lze pohyblivou část zařízení vybavit současně vysílačem kontrolních údajů a přijímačem pro řídicí signály k ovládání funkcí pohyblivé části zařízení, přičemž přijímač kontrolovaných údajů s vysílačem řídicích signálů jsou pak umístěny na statistických částech stroje nebo se nacházejí mimo tento stroj.

Při přenosu telemetrických údajů je vysílaný signál podle typu modulátoru 2 ve vysílači A buď kmitočtově, nebo fázově modulován. Určité konstatní měřené hodnotě tlaku, teploty apod. musí odpovídat výstupní signál s konstantním kmitočtem, případně se stálou fází. Podobně je tomu na straně přijímače B, kde kmitočtově či fázově stálému vstupnímu signálu musí odpovídat stálá výstupní úroveň s odchylkami v mezích zvolené přesnosti určené stabilitami modulátoru 2 a především oscilátoru 3 ve vysílači A, a dále oscilátoru 5 a demodulátoru 7 v přijímači B. Šíře přenášeného modulačního pásma je omezena hlavně vlastními rezonančními kmitočty použitých snímačů 1 a při správném technickém řešení již méně přenosovými šířkami vysílače A a přijímače B.

Pro přenos na větší vzdálenosti lze přijímač B vybavit vř. zesilovačem zařazeným před směšovač 4 nebo zvýšit výkon vysílače A.

Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky na vysokých kmitočtových pásmech pomocí úhlové modulace FM, ΦM popsaným způsobem je využitelné ve formě vhodného telemetrického systému pro různá průmyslová měření prováděná během pracovních procesů bez jejich narušení, například v oboru strojním, chemickém, stavebním, dále v lékařství aj.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů včetně stejnosměrné složky ve sdělovacích systémech s úhlovou modulací FM nebo ΦM , pracujících na vyšších kmitočtových pásmech, v podstatě tvořené vysílačem a přijímačem, vyznačené tím, že na straně vysílače (A) je výstup snímače (1) fyzikální veličiny nebo zdroj vstupního signálu včetně stejnosměrné složky galvanicky propojen na vstup stabilního modulátoru (2) a dále propojen na oscilátor s násobičem kmitočtu (3) o volitelném koeficientu násobení jako na přímé prvky převodníku vstupního napětí a jeho změn na úměrné změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače, a na straně přijímače

(B), sestávajícího ze směšovače (4) spojeného se stabilním oscilátorem (5) a připojeného na mezifrekvenční zesilovač (6), jehož výstup je připojen na stabilní demodulátor (7) jako na přímý převodník kmitočtových nebo fázových změn nosného signálu na změny napětí na výstupu přijímače, přičemž stability uvedených prvků převodníku změn vstupního napětí na změny kmitočtu nebo fáze výstupního signálu vysílače (A) a prvků převodníku změn kmitočtu nebo fáze vysokofrekvenčního signálu na změny výstupního napětí v přijímači (B) jsou určeny hodnotou zvolené přesnosti převodů.

2. Zapojení pro přímý přesnos nízkofrek-

venčních signálů podle bodu 1, vyznačené tím, že funkce modulátoru (2) a oscilátoru s násobičem kmitočtu (3) ve vysílači (A) je sloučena v jeden aktivní stupeň opatřený výběrovým obvodem (3a) pro výběr zadaného harmonického kmitočtu nosného signálu.

3. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodu 1, vyznačené tím, že výstup demodulátoru (7) přijímače (B) je připojen na vstup stabilního stejnosměrného zesilovače (8).

4. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčního signálu podle bodů 1 až 3, vyznačené tím, že propojení mezi snímačem (1) a modulátorem (2) nebo mezi demodulátorem (7) a stejnosměrným zesilovačem (8) jsou vytvořena světelným zdrojem a světelným přijímačem nebo druhým modulátorem a demodulátorem vysokofrekvenčního nosného signálu.

5. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že korekční člen (2a) modulátoru (2) sestavený z elektrických pasivních nebo aktivních prvků je zapojen ve vysílači (A) na výstup snímače (1) fyzikálních veličin nebo vstupního signálu, kde tvoří součást modulačního členu (2b) modulátoru (2) pro přímou eliminaci nelinearity snímače (1).

6. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčního signálu podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že korekční člen (8a) stejnosměrného koncového zesilovače (8) je zapojen v přijímači (B) na výstup demodulátoru (7) pro eliminaci nelinearity snímače (1) fyzikálních veličin a vstupního modulačního signálu.

7. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 6, vyznačené tím, že jako snímač (1) fyzikálních veličin je použit snímač ze skupiny snímačů kapacitních, induktivních, odporových, tensometrických, piezoresistentních a optoelektronických.

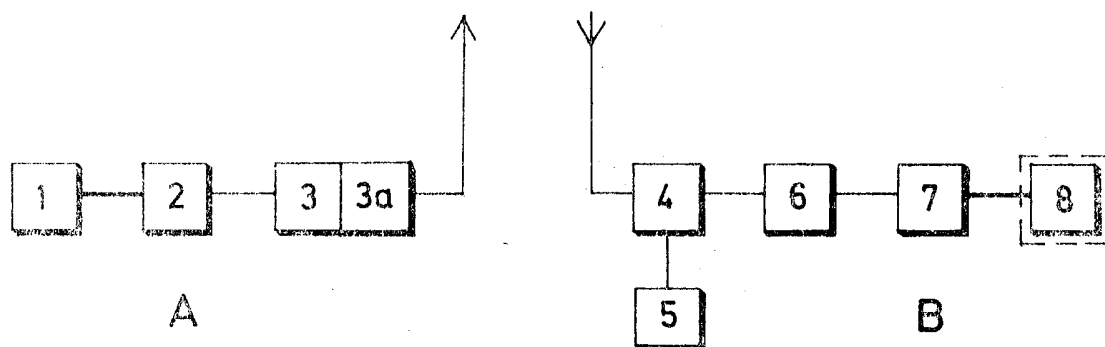
8. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 7, vyznačené tím, že oscilátor (3) vysílače (A) zapojený současně jako násobič je opatřen výběrovým obvodem (3a) s volitelným koeficientem násobení (1, 2, 3, ...) kmitočtu nosného signálu pro zvětšování citlivosti a zvyšování odstupu signálu od šumu a pro úpravu strmosti měření fyzikálních veličin čidlem.

9. Zapojení pro přímý přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 8, vyznačené tím, že přijímač (B) je opatřen kmitočtovým děličem (6a) s volitelným koeficientem dělení (1, 2, 3, ...) pro úpravu rozsahu, citlivosti měření, zvyšování linearitu a snížení strmosti měření fyzikálních veličin.

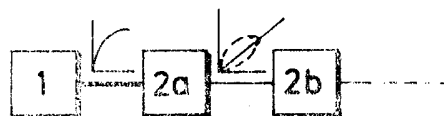
10. Zapojení pro přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 9, vyznačené tím, že vysílač (A) se snímačem fyzikální veličiny je umístěn v pohyblivé části kontrolovaného strojního zařízení, přičemž přijímač (B) je umístěn buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo kontrolovaný stroj.

11. Zapojení pro přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 1 až 9, vyznačené tím, že přijímač (B) je pro účely řízení pracovního procesu umístěn v pohyblivé části řízeného stroje, přičemž vysílač (A) je umístěn buď na statické části téhož stroje, nebo se nachází mimo řízený stroj.

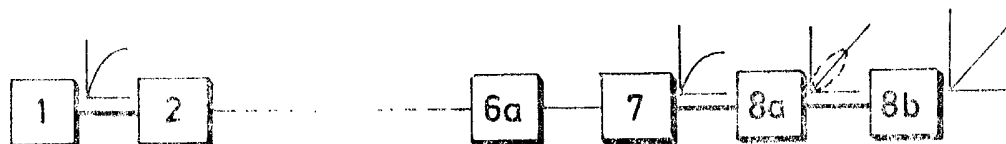
12. Zapojení pro přenos nízkofrekvenčních signálů podle bodů 10 a 11, vyznačené tím, že pro optimalizaci a řízení, a dále pro automatické ovládání pracovního procesu je pohyblivá část zařízení současně vybavena vysílačem kontrolních údajů a přijímačem pro řídicí signály k ovládání funkcí pohyblivé části zařízení, přičemž přijímač kontrolních údajů s vysílačem řídicích signálů jsou umístěny na statických částech stroje nebo se nacházejí mimo tento stroj.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3