PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:
2000 - 3474

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
H 03 K 19/0175
G 06 F 13/40

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **20.03.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **20.03.1998 20.04.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/19812422 1998/19817441**

(33) Země priority: **DE DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.02.2001**
(Věstník č. 2/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/DE99/00802**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/49577**

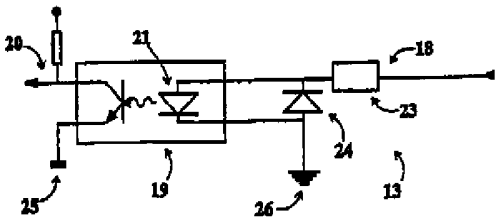
(71) Přihlašovatel:
MOELLER GMBH, Bonn, DE;

(72) Původce:
Culca Horea-Stefan, Lohmar, DE;

(74) Zástupce:
Fischer Michael Ing., Na Hrobci 5, Praha 2, 12800;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Adaptér rozhraní s cizím napájením



(57) Anotace:

Adaptér rozhraní s cizím napájením určený zejména pro digitální přenos dat mezi elektrickými rozhraními dvou přístrojů používajících pro rozlišení logických stavů "high" a "low" vždy rozdílné úrovně napětí, zahrnuje podle řešení interní zapojení (23), pomocí kterého jsou úrovně napětí prvního přístroje převoditelné na stavu odpovídající úrovně napětí druhého přístroje, přičemž do interního zapojení je k převodu nízké úrovně napětí na vyšší úroveň napětí převeditelná vyšší úroveň napětí jednoho z obou přístrojů. S výhodou jsou úrovně signálů 0 V nebo + 5 V normy TTL převoditelné na úrovně signálů - 12 V nebo + 12 V normy RS 232. Do interního zapojení (23) je přes jeden z výstupních vodičů (14) rozhraní RS 232 převoditelná napěťová úroveň + 12 V a přes druhý výstupní vodič (17) rozhraní RS 232 napěťová úroveň - 12 V. S výhodou má interní zapojení (23) spínací člen (13a, 13b) řiditelný stavem vstupního datového vodiče (15) prvního přístroje pro spínání podle logického stavu datového vodiče (11) jednoho z obou výstupních vodičů (14, 17) přiváděných z druhého přístroje na vstupní datový vodič (15) rozhraní RS 232 druhého přístroje. Spínací člen (13a, 13b) má dva vstupy a jeden výstup, přičemž vstupy jsou spojeny s výstupními vodiči (14, 17) rozhraní RS 232, na kterých je +/- 12 V a výstup je spojen s vodičem pro přenos dat.

CZ 2000 - 3474 A3

Adaptér rozhraní s cizím napájením

Oblast techniky

Vynález se týká adaptéru rozhraní s cizím napájením, zejména pro digitální přenos dat mezi elektrickými rozhraními dvou přístrojů používajících pro rozlišení logických stavů "high" a "low" vždy rozdílné úrovně napětí.

Dosavadní stav techniky

Jestliže dva elektronické přístroje spolu komunikují pomocí přenosu dat, musejí mluvit toutéž řečí. U přímého přenosu digitálních dat to znamená, že logické stavy "high" a "low" musejí být u obou přístrojů reprezentovány toutéž úrovní napětí. V digitálním přenosu dat se mezi jiným používají dvě normy. Jednou normou je RS 232 se signály, které stav "high" vyznačují pulsy napětí přibližně - 12 V, a stav "low" pulsy napětí přibližně + 12 V. Takováto sériová rozhraní se výhodně používají u výpočetních zařízení, jako jsou kupříkladu osobní počítače (PC). Mnoho elektronických přístrojů, které jsou řiditelné počítači, kupříkladu řídicí zařízení pro motory, spínací ústrojí nebo řídicí jednotky s programovatelnou pamětí, vytvářejí a potřebují pro komunikaci pulsy normy TTL o velikosti signálů 0 V pro jeden stav a přibližně + 5 V pro druhý stav. Pro komunikaci mezi dvěma elektronickými přístroji, které pracují s rozdílnými úrovněmi napětí, se musejí signály transformovat. Tak kupříkladu v případě transformace signálů normy TTL musejí být kladné signály

převáděny na - 12 V. Toto zesílení signálů je tak dalece technicky náročné, když jsou k tomu účelu potřebné externí zdroje napětí. Snížení velikosti signálů se může naproti tomu v případě normy RS 232 a normy TTL uskutečňovat jednoduchým blokováním omezením napětí pomocí diody, popřípadě transformací napětí směrem dolů. I když zesílení signálů nepřináší sebou žádné principiální problémy, tak je právě u malých přístrojů z nákladových důvodů a kvůli šetření místem výhodné, jestliže může být od převodníků napětí takovéhoto druhu upuštěno, zvláště jestliže hraje komunikace s jinými přístroji v provozu podřadnou roli. Pro malé přístroje takovéhoto druhu jsou známé z vnějšku napájené adaptéry rozhraní, které mají konektor, v jehož pouzdře je umístěno převodní zapojení se zesilovači. Do tohoto zapojení se z vnějšku přivádí vyšší napětí. Adaptéry rozhraní tohoto druhu jsou kvůli zapojení se zesilovači poměrně nákladné a vedou k dodatečnému nákladovému zatížení elektronických přístrojů, které jsou dimenzovány na levnou hromadnou výrobu. Cílem vynálezu je odstranění nedostatků dosavadního stavu techniky a vytvoření adaptéru rozhraní, který je s nízkými technickými náklady levně vyrobitelný.

Podstata vynálezu

Nedostatky dosavadního stavu techniky podstatnou měrou odstraňuje a cíl vynálezu splňuje adaptér rozhraní s cizím napájením, zejména pro digitální přenos dat mezi elektrickými rozhraními dvou přístrojů používajících pro rozlišení logických stavů "high" a "low" vždy rozdílné úrovně napětí,

který podle vynálezu zahrnuje interní zapojení, pomocí kterého jsou úrovně napětí prvního přístroje převoditelné na stavu odpovídající úrovně napětí druhého přístroje, přičemž do interního zapojení je k převodu nízké úrovně napětí na vyšší úroveň napětí přiveditelná vyšší úroveň napětí jednoho z obou přístrojů. Podle výhodných provedení interní zapojení zahrnuje prostředky pro převod pomocí spínacího procesu; pomocí interního zapojení jsou úrovně signálů 0 V nebo + 5 V normy TTL převoditelné na úrovně signálů - 12 V nebo + 12 V normy RS 232; interní zapojení je umístěno ve spojovacím dílu s pouzdrem, který je jako konektor nasaditelný na elektrické rozhraní jednoho z obou přístrojů; ke spojovacímu dílu je připojen kabel datové linky, který umožňuje spojení k elektrickému rozhraní druhého přístroje; interní zapojení je umístěno v jednom z obou přístrojů; do interního zapojení je přes jeden z výstupních vodičů rozhraní RS 232, přivoditelná napěťová úroveň + 12 V a přes druhý výstupní vodič rozhraní RS 232 napěťová úroveň - 12 V; interní zapojení má spínací člen řiditelný stavem datového vodiče prvního přístroje pro spínání podle logického stavu datového vodiče jednoho z obou vodičů přiváděných z druhého přístroje na vstupní datový vodič rozhraní RS 232 druhého přístroje; spínací člen má dva vstupy a jeden výstup, přičemž vstupy jsou spojeny s výstupními vodiči rozhraní RS 232, na kterých je +/- 12 V a výstup je spojen s vodičem pro přenos dat; interní zapojení má vazební člen pro galvanické oddělení prvního a druhého přístroje; vazebním členem je optočlen; interní zapojení obsahuje transformační prvek, tvořený optočlenem pro snížení vstupního napětí + 12 V na 0 V; interní zapojení obsahuje ze strany vstupu blokovací člen tvořený diodou, která převádí vstupní napětí - 12 V na + 5 V. S výhodou může být prvním přístrojem

řídicí jednotka s programovatelnou pamětí, s výpočetní jednotkou, zejména mikrořadičem, obrazovkou, obslužnou jednotkou, se signálovými vstupy, s elektrickým rozhraním a se signálovými výstupy, přičemž výpočetní jednotka, obrazovka, obslužná jednotka, signálové vstupy a signálové výstupy jsou umístěny v jedné společné skříni a druhým přístrojem je počítač s elektrickým rozhraním RS 232. Adaptérem rozhraní podle vynálezu je vytvořena konstrukčně jednoduchá a tím cenově příznivá možnost spojit elektronické rozhraní, kupříkladu sériové rozhraní mikropočítače, s elektrickým rozhraním aktivovatelného přístroje, při současném převodu úrovní signálů sloužících pro rozlišení logických stavů "high" a "low". Kvůli přivádění vyšší úrovně napětí jednoho z obou přístrojů, totiž přístroje, který má "on-board" rozhraní RS 232, zejména počítače PC, může být zcela upuštěno od externího napěťového napájení. Podle vynálezu dává jeden z obou přístrojů sám převodníku potřebnou úroveň napětí k dispozici. Převodník se přitom vyznačuje svými jednoduchými konstrukčními díly a je obzvláště robustní a spolehlivý, protože v sobě sjednocuje funkce potřebné pro přenos dat mezi různě komunikujícími mechanickými rozhraními. Adaptér rozhraní podle vynálezu může být u jednoho obzvláště výhodného tvaru provedení integrován v konektoru, který se nachází na lince pro přenos dat, spojující oba přístroje, může být ale také umístěn v přístroji samotném. Vzhledem na svou levnou konstrukci přispívá ke zjednodušení přístrojů a tím ke snížení jejich ceny. Obzvláště výhodné je to, jestliže interní zapojení provádí převod nižší úrovně na vyšší úroveň jednoduchým přepínacím procesem iniciovaným signálem s nižší úrovní. Přepínacím procesem se vyšší úroveň napětí, přiváděná do adaptéru z přístroje, přivádí na datový vodič. Nákladné

zesílení se podle vynálezu nahrazuje jednoduchým spínacím procesem, což do značné míry přispívá k dalšímu zjednodušení adaptéru rozhraní, když se kladná a záporná napájecí napětí ušetří. Spínací proces se přitom provádí pomocí spínacího členu, který je řiditelný stavem datového vodiče prvního přístroje, a který podle logického stavu datového vodiče spíná jeden z obou vodičů, přiváděných z druhého přístroje, na datový vstup druhého přístroje. U jednoho výhodného provedení převádí interní zapojení signály normy TTL 0 V, popřípadě + 5 V, na signály normy RS 232. Taková konverze se hojně využívá při komunikaci počítače PC, osazeného rozhraním 232, s externím přístrojem. Protože rozhraní RS 232 disponuje vedle datových vodičů ještě i jinými vodiči, jako jsou kupříkladu "Request to Send" (RTS) nebo "Data Terminal Ready" (DTR), je výhodné využít již těchto existujících vodičů, aby se do adaptéru rozhraní přivedly úrovně napětí zejména +/- 12 V. Na tyto vodiče, které pro komunikaci s rozhraním TTL nejsou nutné, mohou být bez velkých nákladů pomocí programu, běžícím na počítači, přivedeny všeobecně na počítači existující napětí +/- 12 V. V tomto případě spíná spínací člen příslušné napětí jednoduše z vodiče RTS, popřípadě vodiče DTR, na vodič pro přenos dat. U obzvláště jednoduchého provedení je spínacím členem spínač se dvěma vstupy a jedním výstupem, přičemž vstupy jsou spojeny s vodiči rozhraní RS 232, na kterých je napětí +/- 12 V, a výstup se vstupním vodičem pro přenos dat, a mezi oběma výstupy může být přepínán. Obzvláště výhodně se adaptér podle vynálezu používá pro externí programování řídicích jednotek s programovatelnou pamětí, s integrovanou výpočetní jednotkou (mikrořadičem), obrazovkou (displejem) a obslužnou jednotkou, přičemž řídicí jednotka doplňkově disponuje mechanickým rozhraním. Protože tyto řídicí jednotky

i bez externího programování poskytují mnoho možností použití, může být elektronika ke konverzi signálů uvnitř řídicí jednotky nahrazena adaptérem. Tím se stane řídicí jednotka levnější, kompaktnější a spolehlivější. Uživatel ušetří zapojení se zesilovači v řídicí jednotce a potřebuje si potom opatřit jen adaptér, jestliže by chtěl provádět externí programování. Výhodným způsobem je do adaptéru integrováno galvanické oddělení obou přístrojů, takže v přístrojích může být upuštěno od příslušných konstrukčních prvků. K tomu účelu má interní zapojení vazební člen pro galvanické oddělení. Jako vazební členy se nabízejí jednoduché a cenově příznivé optočleny, které jsou na trhu k dispozici v libovolných variantách. Takovéto optočleny se také hodí pro konverzi signálů + 12 V na úroveň TTL + 5 V. Konverze v tomto směru se výhodným způsobem rovněž provádí interním zapojením. Ke konverzi signálu o velikosti - 12 V na úroveň TTL 0 V se interní zapojení výhodným způsobem opatří blokovacím členem, kupříkladu ve formě jednoduché diody. U obzvláště jednoduchého příkladu provedení je interní zapojení umístěno v pouzdře vystříknutém z plastu, které je jako konektor přímo nasaditelné na mechanické rozhraní jednoho z obou přístrojů. Cesta ke druhému rozhraní se přemostí pomocí kabelu datové linky.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je dále blíže popsán a vysvětlen na příkladu provedení s pomocí připojených výkresů, na kterých znázorňuje obr.1 řídicí jednotku s programovatelnou pamětí, s adaptérem rozhraní a externím počítačem, obr.2 skicu zapojení z vnějšku

napájeného adaptéru rozhraní, obr.3 zapojení pro nízké přenosové rychlosti a obr.4 zapojení pro rozdílné doby zpoždění optočlenů.

Příklad provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněna řídicí jednotka s programovatelnou pamětí, se skříní 1 a s řadou napěťových vstupů 2 a signálových výstupů 3. Řídicí jednotka spíná za řízení spínacího programu proudový tok mezi vstupy 2 a výstupy 3. Program může být vložen do výpočetní jednotky, umístěné ve skříni 1, zadáván jednak pomocí obslužných tlačítek 4 a vícefunkčního tlačítka 5, přičemž zadávání a běh programu lze pozorovat na obrazovce 6. Během programování a při obsluze přístroje je na obrazovce 6 znázorněna uživatelská plocha ve formě menu. Na druhé straně je možné programovat řídicí jednotku z externího počítače 7. K tomu účelu jsou spolu počítač 7 a řídicí jednotka spojeny pomocí datové linky 8, která je ze strany počítače 7 zastrčena do neznázorněného rozhraní RS 232 na zadní straně počítače, a ze strany řídicí jednotky do rozhraní 9. Na rozhraní 9 řídicí jednotky je nasazen z vnějšku napájený adaptér 10 rozhraní, který je vytvořen jako konektor s pouzdrem 10a a normovanou zásuvnou hlavou. Obr. 2 znázorňuje interní zapojení 23 adaptéru 10 rozhraní. Na pravé straně obr. 2 jsou znázorněny přípoje k rozhraní počítače, a na levé straně přípoje k rozhraní 9 řídicí jednotky. Na straně řídicí jednotky vede vysílací vodič 11 (TxD) pro signál TTL o velikosti 5 V do optočlenu 12. Signál 5 V na vysílacím vodiči 11 vede k prvnímu stavu signálu na vodiči 16, odděleném od něho optočlenem 12, a dále k jím

buzeným dvěma spínačům 13a a 13b. Ve znázorněném stavu je spínač 13a sepnut a spojuje spolu dva vodiče 14 a 15, přicházející z rozhraní RS 232 počítače. Počítač je naprogramován takovým způsobem, že se na vodiči 14 (vodič RTS) vyskytuje napětí 12 V. Spojením se toto napětí přivede na vodič 15, vstup RxD rozhraní. Spínač 13a zůstává pro dobu prvního stavu signálu na vodiči 16 sepnut, takže na vodiči 15 je příslušně dlouhý puls 12 V. Jestliže na vysílacím vodiči 11 stoupne napětí na 5 V, což u normy TTL odpovídá logickému stavu "high", tak se na vodiči 16 vytvoří druhý stav signálu, spínač 13a otevře a spínač 13b sepne. Spínač 13b vytvoří potom spojení mezi vodiči 15 a 17 rozhraní RS 232, přičemž počítač je naprogramován tak, že se na vodiči 17, výstupu DTR, vyskytuje konstantní napětí - 12 V. Během úrovně "low" na vodiči 11 rozhraní 9 se signál - 12 V přivede na vstup TxD rozhraní RS 232. Znázorněným způsobem se sled pulsů TTL řídicí jednotky konvertuje do odpovídajícího sledu pulsů RS 232 pro počítač. Adaptér má navíc zapojení ke konverzi signálů z počítače do řídicí jednotky. Přitom může být signál, vyskytující se na vodiči 18, vodiči RxD rozhraní RS 232, přiveden přímo na optočlen 19. Signály počítače + 12 V převádí optočlen 19 na 0 V na RxD vodiči 20 řídicí jednotky. Signál - 12 V na vodiči 18 se diodou 21 zablokuje, takže na vodiči 20 je přibližně + 5 V pro TTL stav "high". K omezení proudu je do vodiče 18 umístěn odpor 23. Dioda 24 slouží k ochraně diody optočlenu při záporném signálu. Vzhledem ke galvanickému oddělení je třeba rozlišovat mezi zemněním 25 přístroje a zemněním 26 počítače PC. Provedení zapojení 12, 13a a 13b se obzvláště jednoduše a levně realizuje pomocí tranzistorů. Obr. 3 znázorňuje zapojení s galvanickým oddělením. Spínací členy 13a a 13b jsou realizovány pomocí tranzistorů 27a a 27b.

Vybuzení se uskutečňuje přímo výstupním tranzistorem optočlenu 12 přes odpor 28 zapojený v bázi příslušného tranzistoru. Jestliže je vysílací signál TxD v přístroji v klidovém stavu "high" (cca + 5 V), tak se vstupní dioda optočlenu 12 přes odpor 30 pro omezení proudu vybudí. Následně se sepne výstupní tranzistor optočlenu 12. To vede k tomu, že tranzistor 27b sepne a tranzistor 27a se zablokuje. Tak vznikne spojení mezi vodičem 15, signálem RxD počítače PC, a vodičem 17 (signál DTR), který má z počítače PC úroveň přibližně - 12 V. Jestliže sepne vysílací signál TxD v přístroji na "low" (cca 0 V), tak vstupní diodou optočlenu 12 neteče žádný proud a výstupní tranzistor je zablokován. V tomto případě se spínací tranzistory 27a a 27b vybudí odporem 28 v bázi tak, že tranzistor 27a je otevřen a tranzistor 27b uzavřen. Tak vznikne spojení mezi vodičem 15 (signál RxD počítače PC) a vodičem 14 (signál RTS), který má z počítače PC úroveň 12 V. Zapojení podle obr. 3 je vhodné pro nízké přenosové rychlosti. Aby se vyrovnaly rozdílné doby zpoždění optočlenů při spínání z úrovně "low" na úroveň "high" a obráceně, může se použít zapojení podle obr. 4. U něho se přidá tranzistor 29 s odporem 31. Pomalý spínací proces při blokování výstupního tranzistoru optočlenu se urychlí tím, že tranzistor 29 sepne ihned, když napětí mezi kolektorem a emitorem výstupního tranzistoru optočlenu dosáhne přibližně 0 V. Doplňkově může kondenzátor 32 zpomalovat "rychlou" hranu při nabíjení přes odpor 28. Vzhledem na doplňkovou inverzi signálu pomocí tranzistoru 29 se musí vybuzování vstupní diody optočlenu 12 přepólovat. Jsou realizovatelná obdobná zapojení pro oba přenosové směry i bez optočlenu.

Patentové nároky

1. Adaptér rozhraní s cizím napájením, zejména pro digitální přenos dat mezi elektrickými rozhraními dvou přístrojů používajících pro rozlišení logických stavů "high" a "low" vždy rozdílné úrovně napětí,
v y z n a č u j í c í s e t í m, že
zahrnuje interní zapojení (23), pomocí kterého jsou úrovně napětí prvního přístroje převoditelné na stavu odpovídající úrovně napětí druhého přístroje, přičemž do interního zapojení je k převodu nízké úrovně napětí na vyšší úroveň napětí přiveditelná vyšší úroveň napětí jednoho z obou přístrojů.

2. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 1,
v y z n a č u j í c í s e t í m, že
interní zapojení (23) zahrnuje prostředky pro převod pomocí spínacího procesu.

3. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 1 nebo 2,
v y z n a č u j í c í s e t í m, že
pomocí interního zapojení (23) jsou úrovně signálů 0 V nebo + 5 V normy TTL převoditelné na úrovně signálů - 12 V nebo + 12 V normy RS 232.

4. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 3,
v y z n a č u j í c í s e t í m, že
interní zapojení (23) je umístěno ve spojovacím dílu s pouzdrem (10a), který je jako konektor nasaditelný na elektrické rozhraní jednoho z obou přístrojů.

5. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že ke spojovacímu dílu (10) je připojen kabel datové linky (8), který umožňuje spojení k elektrickému rozhraní druhého přístroje.

6. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že interní zapojení (23) je umístěno v jednom z obou přístrojů.

7. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že do interního zapojení (23) je přes jeden z výstupních vodičů (14) rozhraní RS 232, přivoditelná napěťová úroveň + 12 V a přes druhý výstupní vodič (17) rozhraní RS 232 napěťová úroveň - 12 V.

8. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že interní zapojení (23) má spínací člen (13a, 13b) řiditelný stavem datového vodiče (15) prvního přístroje pro spínání podle logického stavu datového vodiče (11) jednoho z obou vodičů (14, 17) přiváděných z druhého přístroje na vstupní datový vodič (15) rozhraní RS 232 druhého přístroje.

9. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 7 nebo 8, v y z n a č u j í c í s e t í m, že spínací člen (13a, 13b) má dva vstupy a jeden výstup, přičemž vstupy jsou spojeny s výstupními vodiči rozhraní RS 232, na kterých je +/- 12 V a výstup je spojen s vodičem pro přenos dat.

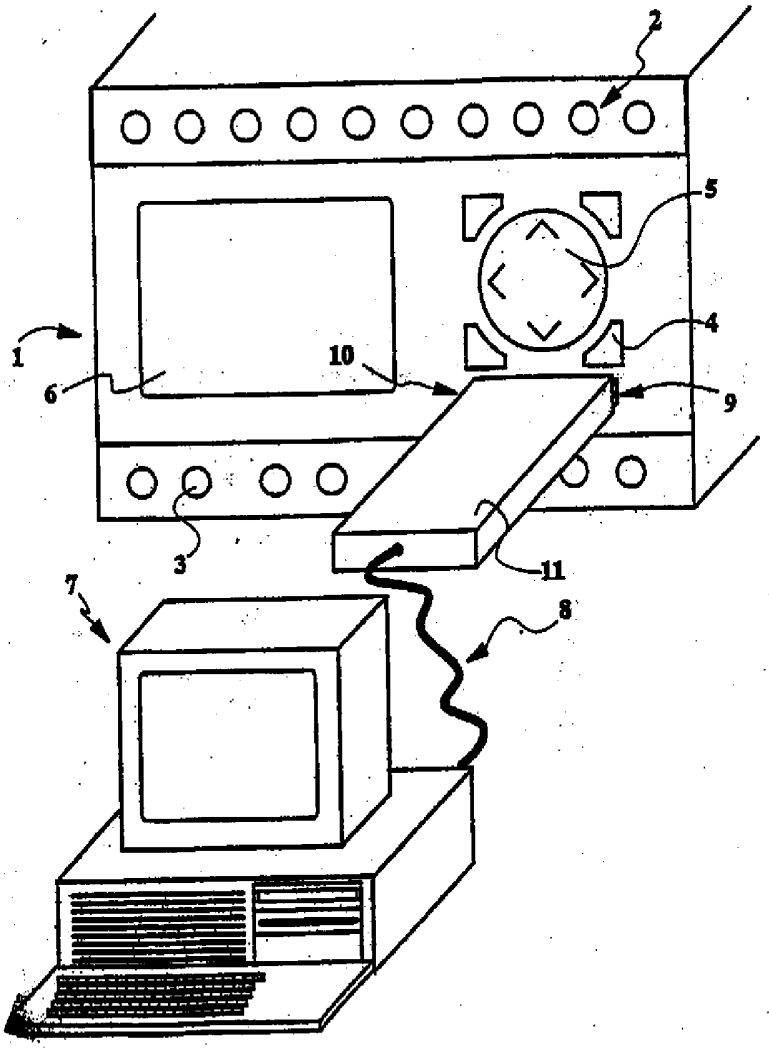
10. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že interní zapojení (23) má vazební člen (12) pro galvanické oddělení prvního a druhého přístroje.

11. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že vazebním členem (12) je optočlen.

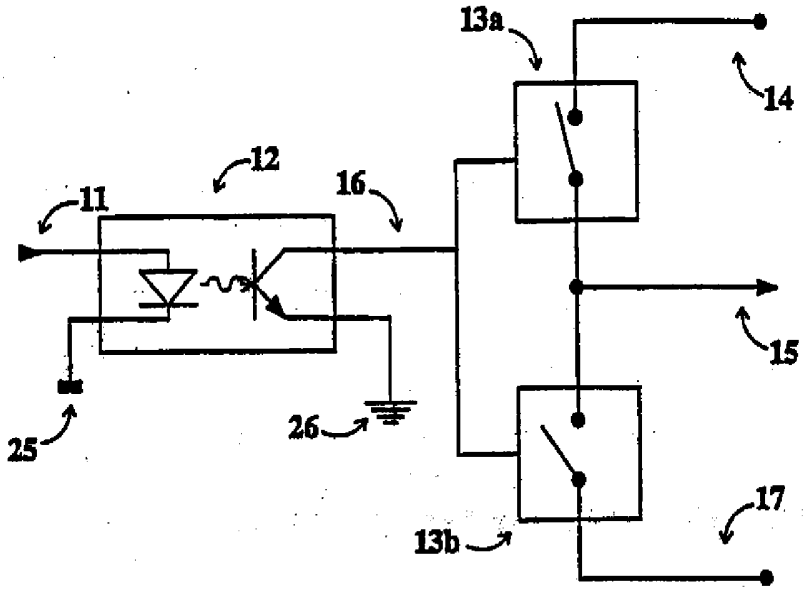
12. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 11, v y z n a č u j í c í s e t í m, že interní zapojení (23) obsahuje transformační prvek (19), tvořený optočlenem pro snížení vstupního napětí + 12 V na 0 V.

13. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle nároku 12, v y z n a č u j í c í s e t í m, že interní zapojení (23) obsahuje ze strany vstupu blokovací člen (21) tvořený diodou, která převádí vstupní napětí - 12 V na + 5 V.

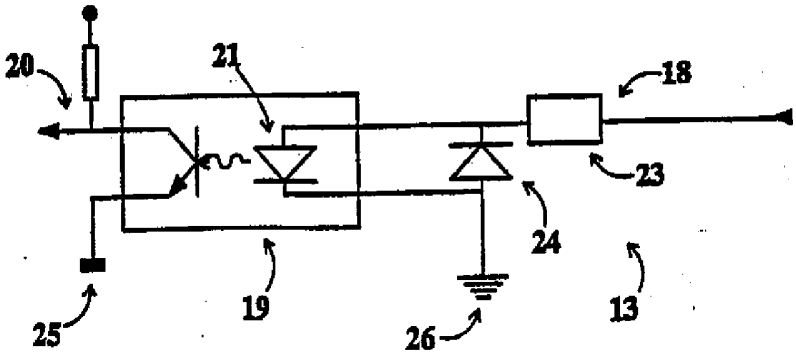
14. Adaptér rozhraní s cizím napájením podle některého z nároků 1 až 13,
v y z n a č u j í c í s e t í m, že
prvním přístrojem je řídicí jednotka s programovatelnou pamětí, s výpočetní jednotkou, zejména mikrořadičem, obrazovkou (6), obslužnou jednotkou (4, 5), se signálovými vstupy (2), s elektrickým rozhraním (9) a se signálovými výstupy (3), přičemž výpočetní jednotka, obrazovka (6), obslužná jednotka (4, 5), signálové vstupy (2) a signálové výstupy (3) jsou umístěny v jedné společné skříni (1) a druhým přístrojem je počítač (7) s elektrickým rozhraním RS 232.

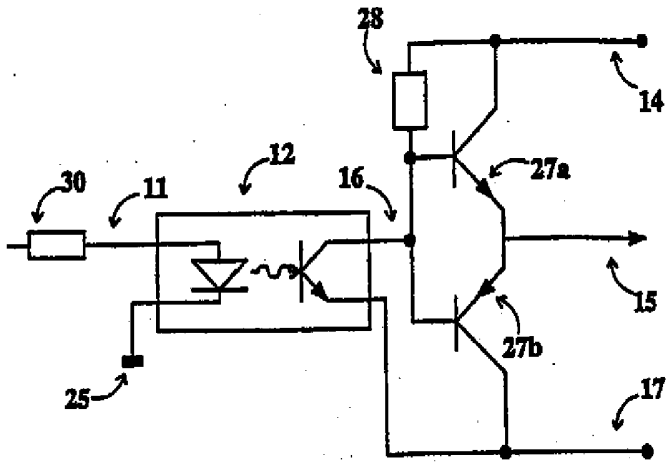


Obr. 1

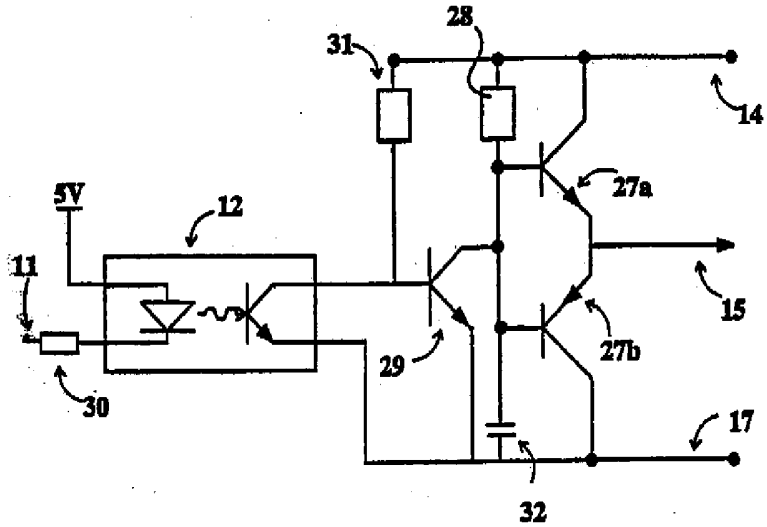


Obr. 2




28
14
12
30
11
16
27a
15
27b
25
17

Obr. 3


31
28
14
5V
12
27a
11
15
29
27b
30
17
32

Obr. 4