

G01B 11/24 (2006.01)
G01B 11/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2020-36
(22) Přihlášeno: 24.01.2020
(40) Zveřejněno: 10.03.2021
(Věstník č. 10/2021)
(47) Uděleno: 28.01.2021
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 10.03.2021
(Věstník č. 10/2021)

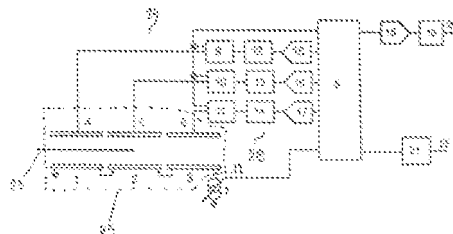
(56) Relevantní dokumenty:
Zelinka, O.: Bezkontaktní měření rozměrů - optické mikrometry; In: Automa 4/2009 (https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/38860.pdf ; <https://automa.cz/page-flip/casopis/automa/2009/04/index.html#page/52>), the whole document.
CZ 33321 U1; CZ 273269 B1.

(73) Majitel patentu:
Vysoká škola polytechnická Jihlava, Jihlava, CZ
(72) Původce:
Ing. Krejčí Ivan, CSc., Brno, Soběšice, CZ
Ing. Bc. Karel Dvořák, Ph.D., Praha 6, Bubeneč, CZ
(74) Zástupce:
Kania, Sedlák, Smola, s.r.o., Mendlovo náměstí
907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

proudový zdroj (7), a jednak na digitálně-analogový převodník (18), jehož výstup je spojen s výstupní svorkou (20) pro analogovou regulaci polohy stavěcího válce, a mikrokontrolér (8) je také napojen na převodník standardního rozhraní (21) pro komunikaci s nadřazeným systémem, odkud je digitalizovaný signál odchylky vyvedený na výstupní svorku (22).

(54) Název vynálezu:
Zařízení pro bezkontaktní měření šířky průsvitného pásového materiálu pro jeho rozměrovou úpravu

(57) Anotace:
Zařízení pro bezkontaktní měření šířky průsvitného pásového materiálu pro jeho rozměrovou úpravu přes stavěcí válec je tvořeno snímači (25) s vlastní řídicí jednotkou (28), kdy tyto části (25, 28) jsou napojeny na proudový zdroj (7), kde snímač (25) obsahuje tři sériově zapojené optické vysílače (1, 2, 3), které jsou uspořádány pod pásem (23) materiálu, který má být měřen, přičemž z druhé strany pásu (23) jsou uspořádány optické přijímače (4, 5, 6) snímače (25), vždy přiřazené k odpovídajícímu optickému vysílači (1, 2, 3) tohoto snímače (25), s tím, že první dvojice vysílač/přijímač (1, 4) je zcela překryta měřeným materiálem, druhá dvojice vysílač/přijímač (2, 5) je překryta částečně, kdy se kraj pásu (23) nachází v tomto měřicím prostoru, a třetí dvojice vysílač/přijímač (3, 6) se nachází zcela mimo měřený materiál, přičemž na optické přijímače (4, 5, 6) jsou napojeny k nim přiřazené a odpovídající synchronní detektory (9, 10, 11), které už jsou součástí řídicí jednotky (28), a které jsou pak dále napojeny na k nim přiřazené a odpovídající dolnoproustné filtry (12, 13, 14), přičemž tyto jsou potom napojeny na k nim přiřazené a odpovídající tři analogově-číslicové převodníky (15, 16, 17) pro digitalizaci zpracovávaných signálů ze tří dvojic optických vysílačů (1, 2, 3) a optických přijímačů (4, 5, 6), synchronních detektorů (9, 10, 11) a dolnoproustných filtrů (12, 13, 14), přičemž tři analogově-číslicové převodníky (15, 16, 17) jsou napojeny na mikrokontrolér (8), napojený jednak na



Zařízení pro bezkontaktní měření šířky průsvitného pásového materiálu pro jeho rozměrovou úpravu

5 Oblast techniky

Vynález se týká nového mechanického uspořádání optického snímače v zařízení pro bezkontaktní měření šířky pásového materiálu a elektronického vyhodnocení jeho signálu za účelem bezkontaktního měření šířky pásových materiálů (plech, textil, plastická fólie) bez ohledu na jejich průsvitnost, přičemž výsledky měření umožní přestavení mechanických prvků regulujících šířku pásového materiálu.

Dosavadní stav techniky

15 Zařízení obsahující takové snímače jsou dosud založená na analogových principech a jsou používána pro polohování a nastavení potřebné šířky měřeného materiálu pro jeho navádění do technologického zařízení, což je např. nastavení šířky kordu při výrobě pneumatik, dopravníkových pásů v gumárenství, ale také při balení plastových fólií, textilu atd. před expedicí
20 k zákazníkovi. Systém měřící šířku pásu tvoří dvojice těchto snímačů, přičemž středy měřících sekcí jsou umístěny ve vzdálenosti odpovídající požadované šířce. Tento systém bývá součástí regulačního zařízení, které příčným pohybem stavěcích válců nastavuje požadovanou šířku pásu. To je znázorněno na obr. 1, který bude komentován později, a který představuje stav techniky.

25 Optické snímače se skládají z optického vysílače, jehož optické záření prochází kolem, nebo i přes měřený pás. Intenzita prošlého záření je měřena optickým přijímačem. Ten vyhodnotí, jaká část vyslaného záření je přijata přijímačem. Velkým problémem v této činnosti je světelná propustnost materiálu, zvláště, je-li proměnná u jednoho typu materiálu. Tato nestejnorodost způsobuje při bezkontaktním měření chyby, které mohou vést k zásadnímu zkreslení, a mnohdy i znehodnocení
30 finálního výrobku. V dosavadních systémech se vliv rozdílné průsvitnosti, např. textilního materiálu snižoval zmenšením paralaktického úhlu, čímž došlo ke snížení propustné plochy. Tento náklon roviny čidla sice chybu měření zmenšil u materiálů vláknitých, ale neodstranil. Navíc toto opatření je zcela nefunkční v případě měření na homogenních více či méně opticky propustných homogenních materiálech, např. plastových fóliích. Nezávislost výsledku měření šířky měřeného
35 materiálu na jeho světelné propustnosti a její proměnné homogenitě odstraní mechanické uspořádání snímačů a číslíkový způsob vyhodnocení jejich signálů podle předkládaného vynálezu.

V publikaci „Bezkontaktní měření rozměrů – optické mikrometry“, O. Zelinka, Automa 4/2009 jsou popsány možnosti optických mikrometrů měřících různé předměty, např. na výrobních
40 linkách. Mikrometr řeší absolutní měření rozměrů součástek z opticky nepropustných materiálů, tedy není schopen adaptovat svůj rozsah na změnu optických vlastností měřeného předmětu. Z tohoto pohledu nemá žádnou inteligenci. Mikrometr nelze použít jako měřící člen systému automatického řízení polohy stavěcích válců, což je cílem vynálezu. Mikrometr má měřící rozsah 65 mm, zatímco popisovaná dvojice adaptabilních snímačů se používá pro regulaci šířky pásů o
45 rozměrech 300 až 3000 mm, podle vzdálenosti snímačů. Impulzní modulace a fázová synchronní detekce optického signálu zajišťuje silné potlačení signálů z parazitních zdrojů infračerveného záření.

Cílem vynálezu je představit zařízení pro bezkontaktní měření šířky pásového materiálu, které by
50 umožňovalo průběžné testování průsvitnosti materiálu a kalibraci rozsahu snímače s respektem na aktuální průsvitnost materiálu.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry zařízení pro bezkontaktní měření šířky průsvitného pásového materiálu pro jeho rozměrovou úpravu, jehož podstata spočívá v tom, že snímač obsahuje tři sériově zapojené optické vysílače, které jsou uspořádány pod pásem materiálu, který má být měřen, přičemž z druhé strany pásu jsou uspořádány optické přijímače snímače, vždy přiřazené k odpovídajícímu optickému vysílači tohoto snímače s tím, že první dvojice vysílač/přijímač je zcela překryta měřeným materiálem, druhá dvojice vysílač/přijímač je překryta částečně, kdy se kraj pásu nachází v tomto měřicím prostoru, a třetí dvojice vysílač/přijímač se nachází zcela mimo měřený materiál, přičemž na optické přijímače jsou napojeny k nim přiřazené a odpovídající synchronní detektory, které už jsou součástí řídicí jednotky, a které jsou pak dále napojeny na k nim přiřazené a odpovídající dolnopropustné filtry, přičemž tyto jsou potom napojeny na k nim přiřazené a odpovídající tři analogově-číslicové převodníky pro digitalizaci zpracovávaných signálů ze tří dvojic optických vysílačů a optických přijímačů, synchronních detektorů a dolnopropustných filtrů, přičemž tři analogově-číslicové převodníky jsou napojeny na mikrokontrolér, napojený jednak na proudový zdroj, a jednak na digitálně-analogový převodník, jehož výstup je spojen s výstupní analogovou jednotkou spojenou s výstupní svorkou pro analogovou regulaci polohy stavěcího válce, a mikrokontrolér je také napojen na převodník standardního rozhraní pro komunikaci s nadřazeným systémem, odkud je digitalizovaný signál odchylky vyvedený na výstupní svorku.

Objasnění výkresů

Vynález bude blíže objasněn pomocí výkresů, na kterém obr. 1 představuje schéma regulačního zařízení pro stavěcí válce, známé ze stavu techniky, a obr. 2 představuje blokové schéma zařízení pro bezkontaktní měření šířky pásového materiálu a ovládání válců z obr.1, podle vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Pro celkové pochopení je nejdříve dobré zmínit, jakou měřicí úlohu snímače, zmíněné na začátku kapitoly o stavu techniky, řeší. To je dokresleno s odkazem na obr. 1, který ukazuje celý měřicí a regulační proces, jímž je nastavena požadovaná šířka pružného pásového materiálu při navádění do technologického zařízení, např. gumárenského stroje, na navinovanou cívku atd. Tyto technologie pracují s automatickým posuvem materiálu, který je transportován, respektive vtahován, do stroje. Aby k tomuto pohybu mohlo dojít, je materiál za strojem uchycen a vtahován do stroje. Tímto tahem dochází k podstatnému, a vzhledem k nepředvídatelné a časově proměnné tahové síle, zmenšení a kolísání šířky pásu. Protože však je nutné šířku materiálu udržovat na konstantní, předem definované hodnotě, je nutné zhotovit automatický regulační systém, který šířku materiálu bude průběžně měřit, srovnávat s požadovanou šíří a při zjištění odchylky provést její korekci. Na obr. 1 je tedy schematicky vysvětlen princip činnosti:

Na obrázku je vidět, že měřený pás 23 se pohybuje ve směru šipky g. Na jeho okraje je umístěna dvojice optických snímačů 25, které jsou předmětem vynálezu, jejichž optické středy jsou od sebe vzdáleny o požadovanou šířku měřeného pásu 23. Pokud se okraj pásu ocitne mimo střed pracovní části snímače, dochází ke vzniku regulační odchylky, jejíž hodnota způsobí odpovídající odezvu řídicí jednotky 28, která vytvoří prostřednictvím manipulátoru 27 posuv příslušného stavěcího válce 26 ve směru kolmém na smysl posuvu, který upraví polohu válce tak, aby se okraj pásu posunul do optického středu každého ze snímačů 25. To naznačuje zdvojená šipka x. Manipulátory 27 jsou zařízení, která jsou ovládána analogovými napětovými nebo proudovými signály (podle výrobce technologie), které dodává elektronická řídicí jednotka pomocí svého analogového modulu. Měření šířky není tedy absolutní, ale soustředí se na zjištění odchylek od požadované

šířky, která je dána umístěním pracovních částí snímačů 25, a signály úměrnými odchylce zpětnovazebně korigovat šířku pásu 23 s cílem dosažení nulové odchylky na obou snímačích 25.

Problémem měření je to, že materiál pásu 23 má obecně proměnnou optickou propustnost, což může vést k chybnému určení šířky. Propouští-li dva materiály poloviční světelný tok, potom u materiálu nepropustného se nachází okraj uprostřed, u materiálu průsvitného je okraj pásu ve vzdálenosti větší. Proto jsou snímače 25 konstruovány tak, aby byly schopné se naučit průsvitností materiálu adaptovat svůj měřicí rozsah s ohledem na tuto skutečnost. Je to tedy systém s vlastní inteligencí schopný se průběžně učit optické vlastnosti materiálu pásu 23.

Výstupem z řídicí jednotky 28 snímače 25 je analogový signál pro řízení polohy stavěcího válce 26, jehož velikost je dána velikostí odchylky okraje pásu od středu snímače. Protože signál ze snímačů 25 je v řídicí jednotce 28 zpracováván digitálně, musí být na výstup umístěna analogová jednotka 19, která digitální informaci převede na analogový napěťový nebo proudový signál, podle výrobce válců. Tento signál je vyveden na svorku 20.

Protože celý systém může být podsystémem další technologie, která je řízena nadřazeným číslicovým systémem, je jednotka vybavena komunikačním kanálem v podobě sériového asynchronního rozhraní 21, které lze standardizovat podle přání uživatele na standardy, např. RS 232, RS422 nebo USB. Toto zařízení je opatřeno výstupem na svorce 22. Prostřednictvím tohoto rozhraní lze navázat spojení a výměnu informací s nadřazeným systémem.

Zařízení 24 pro bezkontaktní měření šířky pásového materiálu znázorněné na obr. 2 sestává ze snímače 25 a vyhodnocovací, respektive řídicí části 28. Snímač je zde jen jeden, protože je znázorněn jen jeden okraj pásu 23, ale na druhé straně pásu je analogické uspořádání snímače 25. Obě tyto části 25, 28 jsou napojeny na modulovaný proudový zdroj 7. Tento ve snímači 25 napájí tři sériově zapojené optické vysílače 1, 2, 3, které jsou uspořádány pod pásem 23 materiálu, který má být měřen. Z druhé strany pásu 23 jsou uspořádány optické přijímače 4, 5, 6, vždy přiřazené k odpovídajícímu optickému vysílači 1, 2, 3. Na optické přijímače 4, 5, 6 jsou napojeny k nim přiřazené a odpovídající synchronní detektory 9, 10, 11, které jsou pak dále napojeny na k nim přiřazené a odpovídající dolnoproputné filtry 12, 13, 14. Jak uvedeno výše, v prostoru mezi optickými vysílači 1, 2, 3 a optickými přijímači 4, 5, 6 se nachází měřený pás 23 materiálu.

K dolnoproputným filtrům 12, 13, 14, jsou potom napojeny přiřazené a odpovídající tři analogově-číslíkové převodníky 15, 16, 17 zpracovávající signály ze tří optických sekcí tvořených sériově zapojenými optickými vysílači 1, 2, 3 a optickými přijímači 4, 5, 6, synchronními detektory 9, 10, 11 a dolnoproputnými filtry 12, 13, 14.

Zmíněné tři analogově-číslíkové převodníky 15, 16, 17 jsou pak napojeny na mikrokontrolér 8, což je základní ovládací prvek celého zařízení, respektive zapojení, a hlavně vyhodnocovací části. Jak uvedeno výše, i mikrokontrolér 8 je napojen na proudový zdroj 7. Výstupy mikrokontroléru 8 jsou zdroje impulsů jednak pro proudový zdroj 7 respektive proudové buzení optických vysílačů 1, 2, 3, a jednak pro synchronní detektory 9, 10, 11. Další výstupy mikrokontroléru 8 jsou vedeny do digitálně-analogového převodníku 18, jehož výstup je spojen s výstupní analogovou jednotkou 19 spojenou s výstupní svorkou pro regulaci 20, a do převodníku na normalizovaný digitální signál 21, který je k dispozici na výstupní svorce 22.

Zařízení 24 pracuje za provozu takto: Mikrokontrolér 8 generuje impulzní signál pro proudový zdroj 7 napájející sériově zapojené optické vysílače 1, 2, 3 jednotlivých sekcí snímače 25, které vysílají impulzně modulované záření v infračervené oblasti přes měřený materiál pásu 23 směrem k optickým přijímačům 4, 5, 6 téhož snímače 25. Výstupní signály optických přijímačů 4, 5, 6 jsou úměrné stupni překrytí a optické propustnosti materiálu a jsou přiváděny na vstupy synchronních detektorů 9, 10, 11. Synchronní detektory 9, 10, 11 jsou klíčovány synchronně se světelnou modulací proudu optických vysílačů 4, 5 a 6. Detekované signály jsou zbaveny parazitních vysokofrekvenčních složek pomocí filtrů 12, 13, 14 majících charakter dolní propusti, a vedeny na

vstupy analogově-číslicových převodníků 15, 16, 17, které signály digitalizují. Tyto signály jsou přivedeny na vstup mikrokontroléru 8, v němž se z nich vypočítá překrytá část měřicí sekce 2, 5 snímače 25 podle formule:

$$D = \frac{U_5 - U_4}{U_6 - U_4}$$

Kde U_4 , U_5 , U_6 jsou digitální ekvivalenty signálů z optických přijímačů 4, 5, 6 a D je poměrná část zakrytí měřicí sekce snímače 25. Údaj U_4 zcela překryté sekce v sobě zahrnuje i světelnou propustnost materiálu pásu. Výsledek je v normalizovaném tvaru jednak převeden na analogovou hodnotu digitálně-analogovým převodníkem 18 a následně na normalizovaný napěťový nebo proudový signál v analogové výstupní jednotce 19, který je dostupný na výstupní svorce 20 pro potřeby regulace, a jednak ponechán v digitálním tvaru a prostřednictvím převodníku standardního rozhraní 21 přiveden na výstupní svorku 22 pro komunikaci.

Výhodou řešení je číslicové zpracování informace, které dovoluje průběžné testování průsvitnosti materiálu a kalibraci rozsahu snímače s respektem na aktuální průsvitnost materiálu. Tato schopnost systému zásadně potlačuje vliv průsvitnosti – světelné propustnosti materiálu na přesnost měření. Využití metody synchronní detekce přijatého modulovaného analogového signálu vylučuje vliv cizích zdrojů infračerveného záření na kvalitu měření.

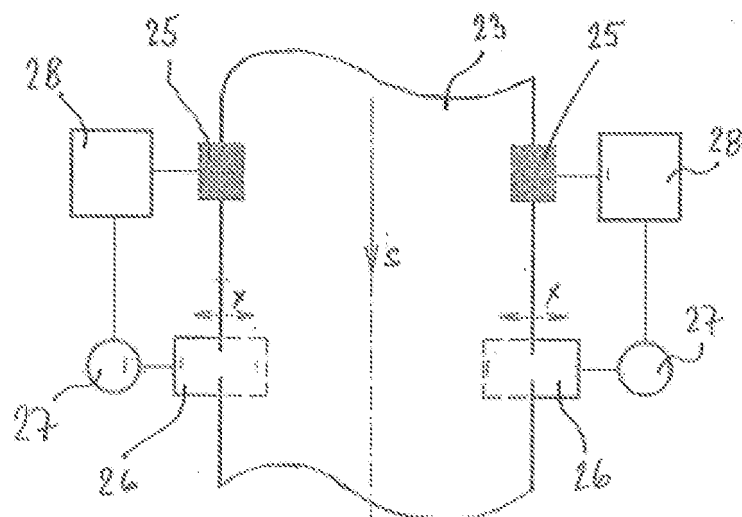
Podstatou vynálezu je rozdělení snímače na tři sekce, z nichž každá obsahuje vlastní optický vysílač a vlastní optický přijímač. Prostorově jsou tyto sekce uspořádány tak, že první z nich je zcela překryta měřeným materiálem, druhá, měřicí, je překryta částečně, kraj pásu se nachází v tomto měřicím prostoru, a třetí se nachází zcela mimo měřený materiál. Toto uspořádání dovoluje průběžně zjišťovat propustnost měřeného pásu, tj. rozdíl mezi nulovým a plným překrytím. Poměrným porovnáním rozdílu mezi překrytím měřicí sekce a plným překrytím s výše uvedeným rozdílem se získá míra překrytí pracovní části. Z ní lze poté stanovit šířku pásu. Protože tato část měření vyžaduje řešení matematických úloh, je pro vyhodnocení šířky touto metodou nutné využití výpočetní techniky, tj. součástí snímače je elektronická řídicí jednotka 28, která je vybavena zabudovaným mikrokontrolérem 8, který zajistí jednak buzení všech tří optických vysílačů, analogové zpracování signálů z optických přijímačů, jejich digitalizaci, normalizaci kanálů (korekce případných odlišných vlastností optických sekcí snímače), výpočty šířky, přeměnu digitálního ekvivalentu šířky na analogovou výstupní veličinu (volitelně napětí nebo proud) a výstup digitálního údaje šířky prostřednictvím standardní linky (volitelně USB, RS422 nebo RS232) pro komunikaci s nadřazeným systémem. Součástí programového vybavení je i kalibrační procedura dovolující stanovení optických a elektrických vlastností jednotlivých sekcí snímače 25. Optoelektronické prvky snímače pracují v infračervené oblasti. Optické vysílače jsou buzeny proudovými impulzy. Přijímané impulzy prošlého záření jsou zpracovány metodou synchronní detekce, která zamezuje ovlivnění údaje snímače jinými zdroji infračerveného záření.

PATENTOVÉ NÁROKY

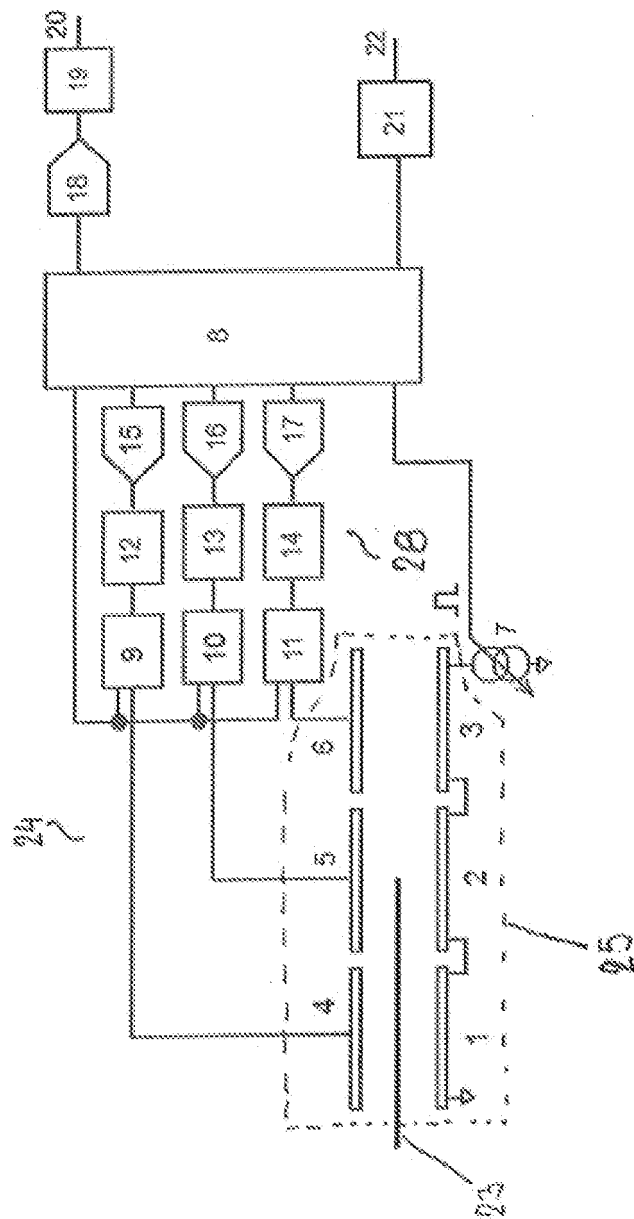
1. Zařízení pro bezkontaktní měření šířky průsvitného pásového materiálu pro jeho rozměrovou
5 úpravu přes stavěcí válece, které je tvořeno snímači (25) s vlastní řídicí jednotkou (28), kdy tyto
části (25, 28) jsou napojeny na proudový zdroj (7), **vyznačující se tím**, že snímač (25) obsahuje tři
sériově zapojené optické vysílače (1, 2, 3), které jsou uspořádány pod pásem (23) materiálu, který
má být měřen, přičemž z druhé strany pásu (23) jsou uspořádány optické přijímače (4, 5, 6) snímače
10 (25), vždy přiřazené k odpovídajícímu optickému vysílači (1, 2, 3) tohoto snímače (25), s tím, že
první dvojice vysílač/přijímač (1, 4) je zcela překryta měřeným materiálem, druhá dvojice
vysílač/přijímač (2, 5) je překryta částečně, kdy se kraj pásu (23) nachází v tomto měřicím prostoru,
a třetí dvojice vysílač/přijímač (3, 6) se nachází zcela mimo měřený materiál, přičemž na optické
přijímače (4, 5, 6) jsou napojeny k nim přiřazené a odpovídající synchronní detektory (9, 10, 11),
15 které jsou součástí řídicí jednotky (28), a které jsou napojeny na k nim přiřazené a odpovídající
dolnoproustné filtry (12, 13, 14), přičemž tyto jsou napojeny na k nim přiřazené a odpovídající tři
analogově-číslicové převodníky (15, 16, 17) pro digitalizaci zpracovávaných signálů ze tří dvojic
optických vysílačů (1, 2, 3) a optických přijímačů (4, 5, 6), synchronních detektorů (9, 10, 11) a
dolnoproustných filtrů (12, 13, 14), přičemž tři analogově-číslicové převodníky (15, 16, 17) jsou
20 napojeny na mikrokontrolér (8), napojený jednak na proudový zdroj (7), a jednak na digitálně-
analogový převodník (18), jehož výstup je spojen s výstupní analogovou jednotkou (19) spojenou
s výstupní svorkou (20) pro analogovou regulaci polohy stavěcího válce, a přičemž mikrokontrolér
(8) je dále napojen na převodník standardního rozhraní (21) pro komunikaci s nadřazeným
systémem, odkud je digitalizovaný signál odchylky vyvedený na výstupní svorku (22).

25

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2