ČESKÁ REPUBLIKA

(19)

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 05.05.93

(32) 06.05.92

(31) 92/00073

(33) SI

(40) 16.11.94

(21) 830-93

(13) A3

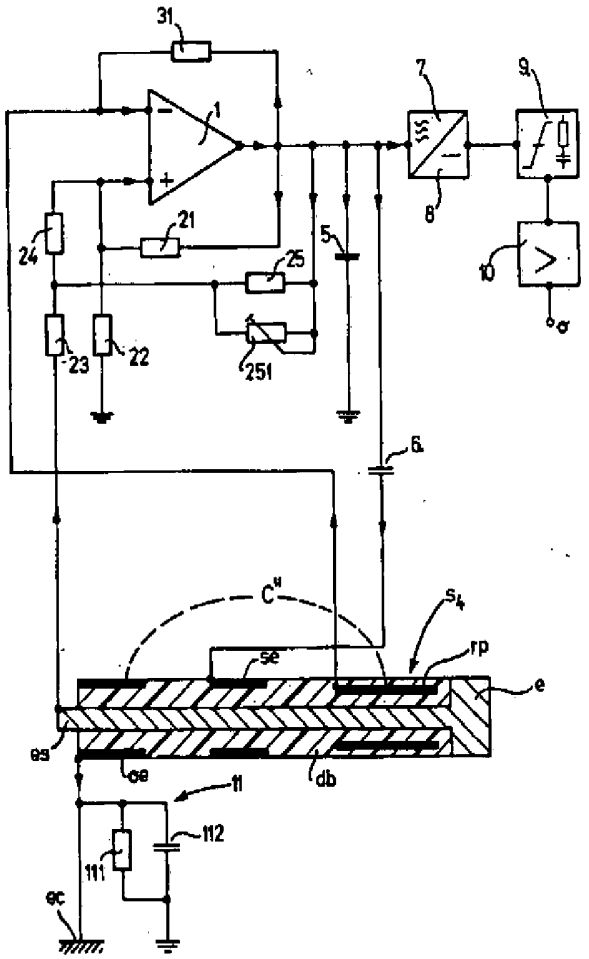
5(51) G 01 F 23/26
H 01 H 36/00

(71) Zatler Andrej, Maribor, SI;
Eferl Franc dipl. ing., Kamnica, SI;

(72) Zatler Andrej, Maribor, SI;
Eferl Franc dipl. ing., Kamnica, SI;

(54) Spínač hladiny

(57) Ve spínači hladiny je invertující vstup operačního zesilovače (1) s pozitivní a negativní zpětnou vazbou, spojen s prstencovou deskou (rp) a jeho neinvertující vstup je spojen s elektrodou (e) a jeho výstup je spojen přes kondenzátor (5) s hmotou. Protielektroda (oe), spojená s hmotou, obklopuje jeden konec dielektrického tělesa (db) sondy (s_4), přičemž v blízkosti jeho druhého konce je koaxiálně budována prstencová deska (rp) a na obvodu dielektrického tělesa (db) je mezi protielektrodou (oe) a prstencovou deskou (rp) uspořádána stínicí elektroda (se), která je přes kondenzátor (6) připojena na výstup operačního zesilovače (1). Opačný konec dielektrického tělesa (db) je ukončen elektrodou (e). Výstup operačního zesilovače (1) je přes seriově zapojený frekvenční pásmový filtr (7), usměrňovač (8), omezovač amplitud (9) a zesilovač (10) připojen na výstup (o) spínače hladiny.



(JSV-10)

PŘÍL.
PRŮM. OBRÁZ. VLASTNÍ ČTVR
05. 7. 93
DOK10
P 27 27

Spínač hladiny

Oblast techniky

Vynález se týká spínače hladiny,kterým je registrováno, že povrch materiálu nacházejícího se v zásobníku,dosáhl úrovně sondy,náležející ke spínači hladiny.

Dosavadní stav techniky

Takovéto spínače hladiny jsou použity například v silech, zásobnících nebo sběrných nádržích,které mohou být otevřené nebo uzavřené,pod atmosferickým tlakem,pod proměnným nebo trvalým tlakem.V nich přechovávané materiály mohou být velmi rozdílné:tekuté,zrnité nebo práškovité materiály rozličné hustoty,viskozity a přilnavosti,čisté nebo promíšené s pevnými částicemi nejrůznějších velikostí se vzduchovými bublinkami, s pěnou na povrchu,homogenní nebo nehomogenní,se stálými nebo proměnnými elektrickými vlastnostmi.Rozsah použití známých spínačů hladiny je omezený a zpravidla musí být spínač hladiny přizpůsoben materiálu v zásobníku.

Registrování hladiny je založeno na různých základech. Jsou známy mechanické,elektromechanické,hydrostatické spínače hladiny,ultrazvukové,kapacitní,konduktivní,mikrovlné,optické spínače hladiny a spínače hladiny využívající radiometrii. Mechanické nebo elektromechanické spínače hladiny jsou vhodné pouze pro kapaliny.Kvůli plovákům a přenosovým táhlům jsou ale citlivé na povlaky,pevné částečky v kapalinách,turbulenci a pěnu na hladině.Kapacitní spínače hladiny jsou univerzálnější.Kapacita měřícího kondenzátoru sondy se mění v závislosti na přesouvání hladiny v zásobníku.

Je známa kapacitní sonda se zapojením / FTC 969,popsaná v publikaci"Handbuch für Ingenieure;Sensoren,Meßaufnehmer, Neue Verfahren und Produkte für die Praxis",2.vydání,str.521 až 529,Expert Verlag,Ehningen bei Boblingen,1988 / ke zjišťování naplnění zásobníku jemně zrnitým sypkým materiálem / velikost zrn do 10 mm/,jehož dielektrická konstanta přesahuje hodnotu 1,6.Sonda je navržena tak,že rušivý vliv materiálového povlaku ulpívajícího na sondě je samočinně eliminován. Sonda je zhotovena z dutého,na jednom konci uzavřeného umělohmotného válce,v jehož vnitřku je na základněa částečně také na plášti uspořádána měřící elektroda.Na vnitřní stěně válcového pláště sondy jsou dále ještě uspořádány stínicí elektroda a na hmotu připojená uzavírací prstencová elektroda. Zapojení s multivibrátorem s konstantní frekvencí 0,5 kHz vytváří na stínicí elektrodě potenciál,který se mění s fázovým zpožděním proti potenciálu na měřicí elektrodě.Tím se dosáhne,že stínicí elektroda odchyluje siločáry probíhající mezi měřicí elektrodou a uzavírací prstencovou elektrodou. Siločáry vyčnívají z materiálového obalu na sondě.Popsaný spínač hladiny je vhodný pro suchý,ne však pro elektricky vodivý vlhký sypký materiál.

Je také známý kapacitní spínač hladiny / Typ 23 a 25 firmy VEGA,BRD /,který je vhodný i pro elektricky vodivé a silně přilnavé materiály.Plně isolovaná tyčová sonda obsahuje ochrannou stínicí elektrodu,která kompenzuje vliv vrstvy ulpívajícího materiálu.Ochranná stínicí elektroda odvádí nežádoucí elektrický proud tekoucí působením zmíněné vrstvy materiálu od hrotu sondy k upevňovacímu dílu.

Všechny známé kapacitní spínače hladiny musí být přizpůsobeny materiálu obsaženému v zásobníku a pokud se parametry materiálu změní,neodpovídají indikované údaje skutečnosti.Právě tak není znám žádný spínač hladiny,který by bez

předchozího přizpůsobení umožnil záměnu elektricky vodivého materiálu za materiál nevodivý,materiálu ulpívajícího za neulpívající apod.Zatímco je úkol registrovat pokles materiálu s elektrickou vodivostí pod 0,1 mS/cm,který na sondě spínače hladiny neulpívá,známými spínači hladiny ještě řešitelný, není toto proveditelné pro ulpívající materiál a to ani známými kapacitními ani konduktivními spínači hladiny.V takovémto extrémním případě se užívá ultrazvukový nebo radiometrický měřicí přístroj,což je řešení dražší,náročnější a ne vždy proveditelné.

Známé konduktivní spínače hladiny jsou vhodné pro materiály s elektrickou vodivostí přes 3μS/cm a musí být přizpůsobeny materiálu obsaženému v zásobníku.Používá se sonda s elektrodami,které jsou od sebe vzdáleny a jsou obklopeny materiálem přechovávaným v zásobníku,ze kterých je jedna připojena na oscilátor s konstantní frekvencí 3kHz až 4 kHz. Oscilátor napájí můstkové zapojení,ve kterém je v jedné můstkové větvi zapojena sonda spínače hladiny a v další potenciometr pro přizpůsobení materiálu,který je v zásobníku.Signál z můstkového zapojení je veden do porovnávače a potom přes filtr potlačující rušivé signály do výstupního zesilovače.Elektrický odpor materiálu,který se nachází mezi elektrodami sondy,může ale být reprodukován jako na porovnavač zprostředkovaný úbytek napětí na konstantním odporu obsaženém v zapojení.V porovnavači se stanovuje pracovní bod pro přepojení.

Je znám spínač hladiny / VEGATOR 261A firmy VEGA,BRD /, který jako jediný mezi spínači hladiny tohoto typu nepotřebuje přizpůsobení při změně materiálu obsaženého v zásobníku.Sonda je opatřena třemi navzájem oddělenými prstencovými elektrodami rozdílného povrchu,které jsou spojeny s oscilátorem konstantní frekvence 4kHz.Vyváženost odporu

materiálu pod elektrodami umožňuje,že spínač hladiny může fungovat v materiálech s nízkou elektrickou vodivostí mezi 1 μS/cm a 15 μS/cm.Tento spínač hladiny ale není vhodný pro látky s velmi nízkou elektrickou vodivostí,jako například destilovaná voda.

Podstata vynálezu

Cílem vynálezu je vytvořit spínač hladiny,kterým je registrován pokles povrchu látky pod úroveň sondy náležející ke spínači hladiny a to podle velikosti frekvence signálu produkovaného zapojením spínače hladiny podle vynálezu,přičemž sledovaná látka může mít nejrůznější vlastnosti,to znamená,může to být tekutý,zrnitý nebo práškovitý materiál,elektricky vodivý či nevodivý,ulpívající či neulpívající,a při záměně jednoho materiálu v zásobníku za jiný není nezbytné přizpůsobení spínače hladiny.

Vytčený cíl je podle vynálezu řešen znaky obsaženými v nárocích 1,2,3 nebo 4.Další provedení vynálezu jsou dána závislými nároky 5 a 6.

Přednost všech vynálezem navržených příkladů provedení spínače hladiny spočívá v tom,že spínač hladiny nevyžaduje vlastní přizpůsobení,když je změněn materiál v zásobníku,i když se jedná o látky velmi odlišných vlastností, např.elektricky vodivé či nevodivé,ulpívající či neulpívající,tekuté,práškovité,zrnité,těstovité či kašovité.Další výhodou spínače hladiny podle vynálezu je,že jeho elektronické zapojení je jednoduché a sestává z malého počtu elementů.

Přehled obrázků na výkresech

Příklady provedení vynálezu jsou zobrazeny na obrázcích, které představují:

obr.1 konduktivní spínač hladiny jako první příklad provedení vynálezu

obr.2 kapacitní spínač hladiny v základním provedení jako druhý příklad provedení vynálezu

obr.3 kapacitní spínač hladiny v dalším provedení jako třetí příklad provedení vynálezu

obr.4 kombinovaný spínač hladiny jako čtvrtý příklad provedení vynálezu

Příklady provedení vynálezu

Ve všech příkladech provedení je znázorněn /obr.1,2,3 a 4/ spínač hladiny se sondou s_j/j=1 až 4/ a s příslušným zapojením,na jehož výstup je připojeno neznázorněné releové a/nebo poplašné zařízení.Přitom je sonda s_j pokaždé zhotovena z válcového dielektrického tělesa db a opatřena prstencovou protielektrodou oe,která v obvodovém směru obklopuje jeden konec dielektrického tělesa db a je připojena na hmotu,respektive v praktickém vyhotovení na zásobník materiálu.Ve všech příkladech provedení spínače hladiny podle vynálezu je operační zesilovač 1 pomocí odporů 21,23 opatřen pozitivní respektive negativní zpětnou vazbou a společně se sondou s_j tvoří oscilátor.Frekvence oscilátoru závisí na fyzikálních poměrech kolem sondy s_j,ale výstupní napětí oscilátoru je spojité a s výhodou se volí jako nasycené napětí použitého operačního zesilovače 1.Výstup operačního zesilovače 1,jehož napájení je provedeno o sobě známým způsobem,je připojen přímo

nebo nepřímo na vstup tvarovacího zapojení, jehož výstup také představuje výstup o spínače hladiny. Tvarovací zapojení sestává ze sériově zapojeného frekvenčního pásmového filtru 7, usměrňovače 8, omezovače amplitud 9, tvořeného v podstatě Zenerovou diodou a kondenzátorem a zesilovače 10.

Spínač hladiny je podle prvního příkladu provedení vynálezu vytvořen jako konduktivní spínač hladiny /obr.1/. Válcové dielektrické těleso dp sondy s_1 je na svém volném konci uzavřeno elektrodou e. Dřík es elektrody e prochází axiálně dielektrickým tělesem db a vyčnívá na opačném konci dielektrického tělesa db. Dřík es a tím i elektroda e je přes odpor 23 připojena na neinvertující vstup operačního zesilovače 1, jehož invertující vstup je přes kondenzátor 32 připojen na hmotu. Výstup operačního zesilovače 1 je přes kondenzátor 4, fungující jako vysokofrekvenční filtr, připojen na vstup frekvenčního pásmového filtru 7.

Elektrické napětí na neinvertujícím vstupu operačního zesilovače 1 závisí na odporu materiálu, který se nachází mezi elektrodou e a protielektrodou oe, protože operační zesilovač 1 je přes odpor 23, elektrodu e, materiál mezi elektrodou e a protielektrodou oe a přes protielektrodu oe spojen s hmotou. Toto napětí ale ovlivňuje rychlost nabití respektive vybití kondenzátoru 32 přes odpor 31. Tímto způsobem je frekvence oscilátoru určena elektrickou vodivostí materiálu v zásobníku a jeho rozmístěním kolem sondy s_1.

Parametry pasivních elementů oscilátoru, tedy také povrch elektrody e, protielektrody oe a jejich vzájemný odstup, jsou určeny na základě předpokladu rovnosti amplitud střídavého proudu na elektrodě e a protielektrodě oe v obou půlperiodách, to znamená, že může být potlačen vliv galvanických jevů.

Frekvence oscilátoru je nastavena na hodnotu kolem 3kHz pro látky s vysokou elektrickou vodivostí kolem 0,1 S/cm a na hodnotu kolem 300 Hz pro látky s nízkou elektrickou vodivostí kolem 10 μS/cm.Tyto vztahy jsou pro odborníka známé a jsou vysvětleny komplexními jevy při přechodu elektrického proudu mezi dvěma elektrodami,kde vzniká frekvenčně závislý fázový posuv mezi proudem a napětím.

Je tedy dobré určit odpor 31 a kondenzátor 32 tak,že na výstupu z operačního zesilovače je vždy docíleno nasyceného napětí.Toho je dosaženo například pro látky s elektrickou vodivostí v rozsahu mezi 10 μS/cm a 0,1 S/cm.Změnou pasivních elementů oscilátoru lze docílit pokles hranice intervalu vodivosti látek až na hodnotu elektrické vodivosti destilované vody,to znamená až na 2 μS/cm.V tomto případě ale také poklesne horní hranice intervalu na 0,01 S/cm.

Když ale poklesne hladina ulpívajícího materiálu pod úroveň sondy s_1 konduktivního spínače hladiny,zůstane na sondě s_1 tenký povlak materiálu.Odpor a indukčnost této vrstvy pro střídavý proud mezi elektrodou e a protielektrodou oe stoupají a frekvence oscilátoru klesá.Kondenzátor 4 propustí jen málo elektrického proudu,což působí silně na napětí na výstupu o.Při méně ulpívajícím materiálu je použit kondenzátor 4 se stejnou kapacitou pro elektricky dobře i špatně vodivé materiály.Při elektricky dobře vodivém materiálu s vodivostí mezi 1 mS/cm a 100 mS/cm se musí kapacita kondenzátoru 4 tak snížit,že signál je silně potlačen když materiál tak silně ulpívá,že na sondě s_1 zůstává silný povlak poté co hladina materiálu poklesne pod úroveň sondy s_1.

Konduktivní spínač hladiny jako první příklad prove-

dení vynálezu tedy pracuje s konstantní napěťovou amplitudou na výstupu oscilátoru a mění se frekvence oscilátoru, když hladina materiálu v zásobníku poklesne pod úroveň sondy s_1. Chování spínače hladiny lze tedy snadno nastavit kapacitou kondenzátoru 4. Shodným elektronickým zapojením lze tedy pokrýt materiály s elektrickou vodivostí mezi 10 μS/cm a 0,1 S/cm, to znamená všechny v průmyslu užívané a jinak technicky zajímavé látky.

Spínač hladiny podle vynálezu se vyznačuje tím, že ho není třeba přizpůsobovat typu materiálu v zásobníku a je velmi spolehlivý. Vynikající spolehlivost se ocení zejména v případech, kdy spínač hladiny chrání před úplným vyprázdněním zásobníku.

Spínač hladiny podle vynálezu je podle druhého příkladu provedení kapacitní spínač hladiny v základním provedení /obr.2/. Ve válcovém dielektrickém tělese db sondy s_2 je na jeho volném konci koaxiálně vestavěná prstencová deska rp, která je připojena na invertující vstup operačního zesilovače 1. Prstencová deska rp je dielektrickou vrstvou dielektrického tělesa db oddělena od materiálu, který je v zásobníku a který obklopuje sondu s_2.

Ve druhém, jakož i ve třetím a čtvrtém příkladu provedení spínače hladiny podle vynálezu je na hmotu připojený odpor 22 svojí druhou svorkou připojen na neinvertující vstup operačního zesilovače 1, jehož výstup je přes kondenzátor 5 připojen na hmotu.

Výstupní napětí operačního zesilovače 1 způsobuje nabití a vybití virtuálního kondenzátoru C, který je vytvořen

mezi prstencovou deskou rp a protielektrodou oe a přes odpor 31 zapojen do negativní zpětné vazby.Rychlost vybití respektive nabití kondenzátoru C závisí přirozeně na kapacitě kondenzátoru C,to znamená na dielektrické konstantě,elektrické vodivosti a rozdělení materiálu,který obklopuje v zásobníku dielektrické těleso db sondy s_2,a ve kterém probíhají siločáry mezi prstencovou deskou rp a protielektrodou oe,jakož i na napětí na invertujícím vstupu operačního zesilovače 1.Toto napětí může být se zřetelem na napětí na výstupu operačního zesilovače nastaveno vhodným poměrem odporů 21 a 22.Při zvolených parametrech pasivních elementů kapacitního spínače hladiny je frekvence oscilátoru závislá jen na vlastnostech a rozdělení materiálu kolem sondy s_2.U provedení vlastní sondy s_2 je frekvence oscilátoru určena velikostí povrchu a průměru prstencové protielektrody oe a prstencové desky rp, jejich vzájemným odstupem,jakož i dielektrickou konstantou válcového dielektrického tělesa db.

Požadavek na shodnost amplitud signálu střídavého proudu v obou půlperiodách není u kapacitního spínače hladiny tak přísný jako u konduktivního spínače hladiny.Parametry pasivních elementů oscilátoru určují,že amplituda výstupního napětí operačního zesilovače 1 dosahuje bodu nasycení.

Kapacitní spínač hladiny v základním provedení podle vynálezu funguje v případě elektricky dobře vodivého materiálu v zásobníku následujícím způsobem.Dobrou elektrickou vodivostí materiálu se protielektroda oe zdánlivě pohybuje k prstencové desce rp,čímž stoupá kapacita kondenzátoru c, a sice tím víc,čím vyšší je elektrická vodivost materiálu. Jakmile je tedy sonda s_2 obklopena elektricky vodivým materiálem,poklesne frekvence oscilátoru a sice více při vysoké elektrické vodivosti,například 0,1 S/cm a méně při nižší elektrické vodivosti,například 2 μS/cm.Když ale hladina

materiálu poklesne pod úroveň sondy s_2, zůstává na sondě s_2 materiál ve formě tenkého povlaku. Tím poklesne kapacita kondenzátoru C a frekvence oscilátoru se zvýší. Kondenzátor 5 ale odvede vysokofrekvenční signál na výstupu operačního zesilovače 1 na hmotu. Kondenzátor 5 tak působí jako nízkofrekvenční filtr. V případě elektricky slabě vodivého a silně ulpívajícího materiálu se volí vyšší kapacita kondenzátoru 5.

Kapacitní spínač hladiny popsaného provedení je ale též velice dobře vhodný pro elektricky nevodivé materiály. Když dielektrická konstanta materiálu v každém případě přestupuje hodnotu 1, odráží se přítomnost materiálu, v porovnání se situací, kdy poklesne hladina materiálu pod úroveň sondy s_2, pouze ve zvýšení kapacity kondenzátoru C a tím snížení frekvence oscilátoru.

Kapacitní spínač hladiny v základním provedení podle vynálezu je zejména velmi vhodný pro neulpívající materiály s elektrickou vodivostí mezi 0,2 μS/cm a 1mS/cm.

Výhoda proti známým kapacitním spínačům hladiny spočívá v tom, že se frekvence oscilátoru samočinně nastaví při záměně materiálů s různou elektrickou vodivostí, případně dielektrickou konstantou, přičemž není nutný žádný potenciometr k přizpůsobení spínače hladiny novému materiálu.

Spínač hladiny v třetím příkladu provedení podle vynálezu /obr.3/ je proveden jako další provedení kapacitního spínače hladiny. Sonda s_3 a příslušné zapojení jsou proti provedení z obr.2 následujícím způsobem doplněny. Na obvodu válcového dielektrického tělesa do sondy s_3 je mezi protielektrodou oe a prstencovou deskou ro uspořádána stínicí elektroda se, která je přes kondenzátor 6 připojena na vý-

stup operačního zesilovače 1.

Při popisu funkce třetího příkladu provedení spínače hladiny /obr.3/ se vychází z popisu funkce spínače hladiny podle obr.2.Všimněme si těžšího případu,elektricky dobře vodivého a ulpívajícího materiálu.Když poklesne hladina materiálu pod úroveň sondy s_3,vytvoří se elektrický kontakt mezi výstupem operačního zesilovače 1,kondenzátorem 6,působícím jako frekvenční pásmový filtr,stínicí elektrodou se protielektrodou oe a hmotou a to působením povlaku materiálu, ulpívajícího na dielektrickém tělese db mezi protielektrodou oe a stínicí elektrodou se,přičemž tím se zmenší amplituda napětí na výstupu operačního zesilovače 1.K tomu se ještě zdánlivě přesune stínicí elektroda se proti prstencové desce rp a mezi tím se vytvoří virtuální kondenzátor C´,jehož kapacita je nižší,protože jeho prostor působení na materiál kolem sondy s_3 je ohraničen.Frekvence oscilátoru je proto vysoká a jedna z desek kondenzátoru C´,právě to je stínicí elektroda se,je proto připojena přes kondenzátor 6 na výstup operačního zesilovače 1.Kromě toho je prstencová deska rp kondenzátoru C´připojena přes odpor 31 na výstup operačního zesilovače 1.Kapacita kondenzátoru C´je malá.Proto je frekvence oscilátoru velmi vysoká a vysokofrekvenční signál je kondenzátorem 5 odveden na hmotu zapojení.Signál,který dorazí na výstup o spínače hladiny,je na rozdíl od signálu v situaci,kdy hladina materiálu přesahuje úroveň sondy s_3, velmi slabý.Za této situace je frekvence oscilátoru nižší, protože kapacita kondenzátoru C´je vyšší.

Díky stínicí elektrodě se stoupá výkonnost spínače hladiny podle obr.3 ve srovnání se spínačem podle obr.2, protože je vhodný nejen pro elektricky dobře vodivé látky,ale zároveň i pro látky silně ulpívající na dielektrickém tělese db sondy s_3.Kapacitní spínač hladiny ve třetím

příkladu provedení podle vynálezu předčí všechny doposud známé spínače hladiny a to zejména různorodostí materiálů pro které ho lze použít.

Spínač hladiny podle vynálezu je ve čtvrtém příkladu provedení /obr.4/ vytvořen jako kombinovaný konduktivně - kapacitní spínač hladiny.Sonda s_4 obsahuje elektrodu e, protielektrodu oe,stínicí elektrodu se a prstencovou desku rp,které jsou všechny uspořádány na válcovém dielektrickém tělese db.Přitom prstencová protielektroda oe obklopuje jeden konec dielektrického tělesa db a v blízkosti druhého konce elektrodou e uzavřeného dielektrického tělesa db je koaxiálně vestavěna prstencová deska rp.Na obvodu dielektrického tělesa db je mezi protielektrodou oe a prstencovou deskou rp uspořádána stínicí elektroda se.Kovový dřík es elektrody e prochází axiálně dielektrickým tělesem db, z něhož na opačném konci vyčnívá.

V zapojení čtvrtého příkladu provedení spínače hladiny podle vynálezu je invertující vstup operačního zesilovače 1, u něhož je pozitivní a negativní zpětná vazba realizována odporem 21 respektive odporem 31,připojen na prstencovou desku rp sondy s_4 a neinvertující vstup operačního zesilovače 1 je přes seriově zapojené odpory 23,24 připojen na volný konec dříku es elektrody e.Stínicí elektroda se je přes kondenzátor 6 připojena na výstup operačního zesilovače 1.Výstup operačního zesilovače 1 je přes odpor 25 a k němu paralelně zařazený regulovatelný odpor 251 připojen na společnou svorku odporů 23 a 24.Na hmotu připojený odpor 22 je svou druhou svorkou připojen na neinvertující vstup operačního zesilovače 1,jehož výstup je přes kondenzátor 5 spojen s hmotou.Výstup operačního zesilovače 1 je přes frekvenční pásmový filtr 7,usměrňovač 8,omezovač amplitud 9 a zesilovač 10 spojen s výstupem o spínače hladiny.

Prstencová protielektroda oe je při použití v elektricky dobře vodivých materiálech s vodivostí mezi 0,1 S/cm a 1 S/cm a případně vyšší, připojena na zem ec elektrické sítě a přes filtr 11, sestavený z odporu 111 a paralelně k němu zařazeného kondenzátoru 112, ještě na hmotu zapojení, s cílem zabránit deformování amplitudy napětí na sondě S_4.

Regulovatelným odporem 251 se nastaví stejné chování spínače hladiny pro různé velikosti sondy S_4.

Stínicí elektroda se působí jak na konduktivní tak na kapacitní část kombinovaného spínače hladiny, přičemž obě působení se komplexním způsobem prolínají. V konduktivní části působí, pozitivní zpětná vazba, závisející na elektrické vodivosti materiálu, od výstupu operačního zesilovače 1, přes kondenzátor 6 a přes materiál mezi stínicí elektrodou se a elektrodou e, zpět na neinvertující vstup operačního zesilovače 1. Stínicí elektroda se působí přes materiál obklopující sondu s_4 také jako dělič napětí mezi protielektrodou oe a elektrodou e a ovlivňuje tak napětí na neinvertujícím vstupu operačního zesilovače. V kapacitním dílu způsobuje vznik virtuálního kondenzátoru C", jehož deskami jsou prstencová deska rp a protielektroda oe. Tím, že je stínicí elektroda se spojena s výstupem operačního zesilovače 1, je snížena kapacita kondenzátoru C". Tím se zabraňuje příliš nízké frekvenci oscilátoru, zejména u elektricky velmi dobře vodivých materiálů. Kapacita kondenzátoru C" je ale stejným způsobem ovlivňována protielektrodou oe. Protielektroda oe je jednak spojena s neinvertujícím vstupem operačního zesilovače 1 a jednak má přes elektricky dobře vodivý materiál spojení se stínicí elektrodou se.

Z těchto úvah se vychází při popisu funkce kombinovaného spínače hladiny podle vynálezu. Předpokládejme nejdříve, že sonda s_4 je ponořena do materiálu, který na ní dobře ulpívá a je elektricky dobře vodivý, například do slaného těsta. Oscilátor v zapojení spínače hladiny reaguje na takový materiál následujícím způsobem. Elektricky dobře vodivý materiál zdánlivě k sobě přiblíží prstencovou desku rp a protielektrodu oe, které tvoří virtuální kondenzátor C". Kondenzátor C" je připojen na invertující vstup operačního zesilovače 1. Jeho neinvertující vstup je přes materiál mezi elektrodou e a protielektrodou oe spojen hmotou. Zároveň je elektroda e spojena s druhým vstupem operačního zesilovače 1 jako prstencová deska rp a zmenšuje tím kapacitu kondenzátoru C". Stínicí elektroda působí na jedné straně jako přídavná zpětná vazba na druhé straně ale působí v závislosti na elektrické vodivosti jako dělič napětí a ovlivňuje napětí na neinvertujícím vstupu. Frekvence oscilátoru je podřízena uvedeným regulačním vlivům, které jsou závislé na přítomnosti materiálu. Když ale hladina materiálu poklesne pod úroveň sondy s_4, reaguje spínač hladiny podle vynálezu v závislosti na tom, zda elektricky dobře vodivý materiál částečně ulpěl na sondě s_4. Povlak z elektricky dobře vodivého materiálu napomáhá výše popsaným způsobem ke vzniku virtuálního kondenzátoru C", jehož kapacita je ale silně snížena elektrodou e a protielektrodou oe. Stínicí elektroda se leží mezi prstencovou deskou rp a protielektrodou oe, zatímco elektroda e a stínicí elektroda se jsou spojeny se vstupem respektive výstupem operačního zesilovače 1. Především je velmi omezena tloušťka materiálového povlaku na sondě s_4. Vznik kondenzátoru C" je ale omezen na vrstvy, jejichž tloušťka přesáhne velmi malou hodnotu. Když kondenzátor C" zanikne, přestane fungovat oscilátor, což je registrováno zapojením za operačním zesilovačem 1 a projeví se na signálu na výstupu o kombi-

novaného spínače hladiny.Když je ale vrstva materiálového povlaku přece jen dost silná,takže může vzniknout kondenzátor C",je jeho kapacita nízká a tím frekvence oscilátoru vysoká,odhadem přes 20 kHz.Tento signál je odveden přes kondenzátor 6,stínicí elektrodu se a materiálový povlak mezi stínicí elektrodou se a protielektrodou oe na hmotu.

Z toho vyplývá,že pro dobrou funkci kombinovaného spínače hladiny za libovolných podmínek je nutné pečlivé navržení elementů zapojení a sondy s_4.Musí být pečlivě určeny vzájemné odstupy protielektrody oe,stínicí elektrody se, elektrody e a prstencové desky rp,i průměr prstencové desky rp,aby stínicí elektroda se nebránila vzniku kondenzátoru C". Důležitá je také kvalita dielektrika,tvořícího dielektrické těleso db.Průměr dříku es má vliv na jeho parazitní kapacitu k prstencové desce rp.Bylo zjištěno,že frekvence oscilátoru leží mezi 1 kHz a 20 kHz,když je hladina materiálu nad úrovní sondy s_4 a elektrická vodivost materiálu leží mezi 10 pS/cm a 1 S/cm;kombinovaný spínač hladiny potom funguje spolehlivě jak pro elektricky nevodivé tak i pro elektricky dobře vodivé materiály.

Kombinovaný spínač hladiny podle čtvrtého příkladu provedení je všeobecně použitelný.Oscilátor v zapojení spínače hladiny osciluje,když je sonda s_4 ponořena do materiálu s elektrickou vodivostí od zanedbatelné hodnoty až do 1 S/cm a nezávisle na přilnavosti materiálu či na tom,zda se jedná o materiál tekutý,práškovitý či kašovitý.Kombinovaný spínač hladiny funguje velmi dobře také tam,kde běžné kapacitní spínače hladiny selhávají,například u vlhkého a tím také elektricky vodivého práškovitého materiálu.

Spínač hladiny podle vynálezu funguje tedy ve všech provedeních s konstantní amplitudou napětí na výstupu osci-

látoru, ale mění se frekvence oscilátoru, když hladina materiálu v zásobníku poklesne pod úroveň sondy s_j /j=1,2,3 nebo 4/. Chování spínače hladiny může být při výrobě snadno nastaveno kapacitou kondenzátoru 4 nebo 5, které fungují jako frekvenční filtr a spojují výstup operačního zesilovače 1 se vstupem frekvenčního pásmového filtru 7. Shodný spínač hladiny podle vynálezu, to znamená elektronické zapojení a sonda, může být použit pro všechny v průmyslu užívané nebo technicky zajímavé materiály.

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY
PŘIJATO
DOSLO 03. 09. 93
11 -02- 1993

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spínač hladiny, v y z n a č u j í c í s e t í m, že neinvertující vstup operačního zesilovače /1/, u něhož je pozitivní a negativní zpětná vazba realizována odporem /21/ respektive odporem /31/, je připojen přes odpor /23/ na dřík /es/ elektrody /e/ sondy /s_1/ a invertující vstup operačního zesilovače /1/ je přes kondenzátor /32/ připojen na hmotu a že na hmotu připojená prstencová protielektroda /oe/ obklopuje jeden konec válcového dielektrického tělesa /db/ sondy /s_1/, jehož druhý konec je ukončen elektrodou/e/, jejíž dřík /es/ axiálně prochází dielektrickým tělesem /db/, a že výstup operačního zesilovače /1/ je přes seriově zapojený kondenzátor /4/, frekvenční pásmový filtr /7/, usměrňovač /8/ omezovač amplitud /9/ a zesilovač /10/ připojen na výstup /o/ spínače hladiny.

2. Spínač hladiny, v y z n a č u j í c í s e t í m, že invertující vstup operačního zesilovače /1/, u něhož je pozitivní a negativní zpětná vazba realizována odporem /21/ respektive odporem /31/, je připojen na prstencovou desku /rp/ sondy /s_2/ a výstup operačního zesilovače /1/ je přes kondenzátor /3/ připojen na hmotu, a že na hmotu připojená prstencová protielektroda /oe/ obklopuje jeden konec válcového dielektrického tělesa /db/ sondy /s_2/ a prstencová deska /rp/ je koaxialně zabudována v dielektrickém tělese /db/ v blízkosti opáčného konce a že výstup operačního zesilovače /1/ je přes sériově zapojený frekvenční pásmový filtr /7/, usměrňovač /8/, omezovač amplitud /9/ a zesilovač /10/ připojen na výstup /o/ spínače hladiny.

3. Spínač hladiny, v y z n a č u j í c í s e t í m, že invertující vstup operačního zesilovače /1/ u něhož je pozitivní a negativní zpětná vazba realizována odporem /21/

respektive odporem /31/, je připojen na prstencovou desku /rp/ sondy /s_3/ a výstup operačního zesilovače /1/ je přes kondenzátor /5/ připojen na hmotu, a že na hmotu připojená prstencová protielektroda /oe/ obklopuje jeden konec válcového dielektrického tělesa /db/ sondy /s_3/ a prstencová deska /rp/ je koaxiálně zabudována v dielektrickém tělese /db/ v blízkosti jeho opačného konce a stínicí elektroda /se/, uspořádaná na obvodu dielektrického tělesa /db/ mezi protielektrodou /oe/ a prstencovou deskou /rp/, je přes kondenzátor /6/ připojena na výstup operačního zesilovače /1/, a že výstup operačního zesilovače /1/ je přes seriově zapojený frekvenční pásmový filtr /7/, usměrňovač /8/, omezovač amplitud /9/ a zesilovač /10/ připojen na výstup /o/ spínače hladiny.

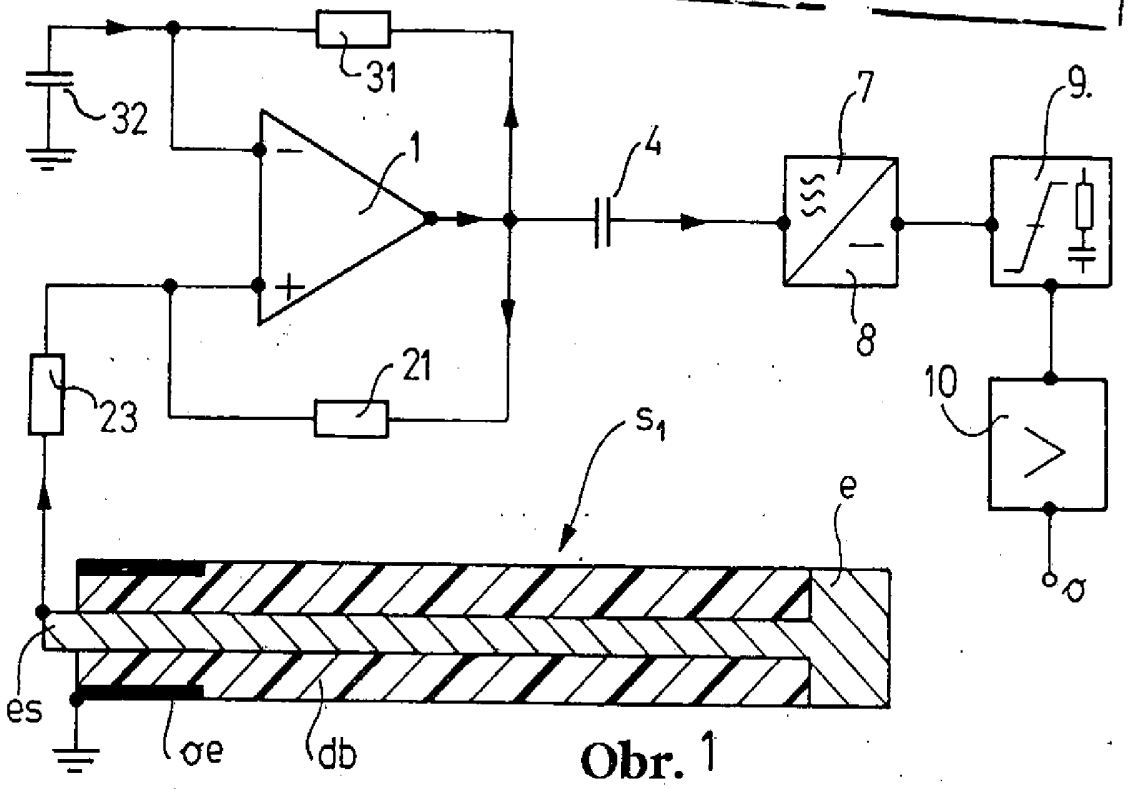
4. Spínač hladiny, v y z n a č u j í c í s e t í m, že invertující vstup operačního zesilovače /1/, u něhož je pozitivní a negativní zpětná vazba realizována odporem /21/ respektive odporem /31/, je připojen na prstencovou desku /rp/ sondy /s_4/ a neinvertující vstup operačního zesilovače /1/ je připojen přes seriově zapojené odpory /23,24/ na dřík /es/ elektrody /e/ sondy /s_4/ a výstup operačního zesilovače /1/ je přes kondenzátor /5/ připojen na hmotu, a že prstencová protielektroda /oe/, která je připojena jednak na zem /ec/ elektrické sítě a jednak přes filtr /11/, tvořený paralelně zapojenými odporem /111/ a kondenzátorem /112/, na hmotu zapojení, obklopuje jeden konec válcového dielektrického tělesa /db/ sondy /s_4/ a prstencová deska /rp/ je koaxiálně zabudována v dielektrickém tělese /db/ v blízkosti jeho opačného konce a stínicí elektroda /se/, uspořádaná na obvodu dielektrického tělesa /db/ mezi protielektrodou /oe/ a prstencovou deskou /rp/ je přes kondenzátor /6/ připojena na výstup operačního

zesilovače /1/ a opačný konec dielektrického tělesa /db/ je ukončen elektrodou /e/, jejíž dřík /es/ axiálně prochází dielektrickým tělesem /db/, a že výstup operačního zesilovače /1/ je přes seriově zapojený frekvenční pásmový filtr /7/, usměrňovač /8/, omezovač amplitud /9/ a zesilovač /10/ připojen na výstup /o/ spínače hladiny.

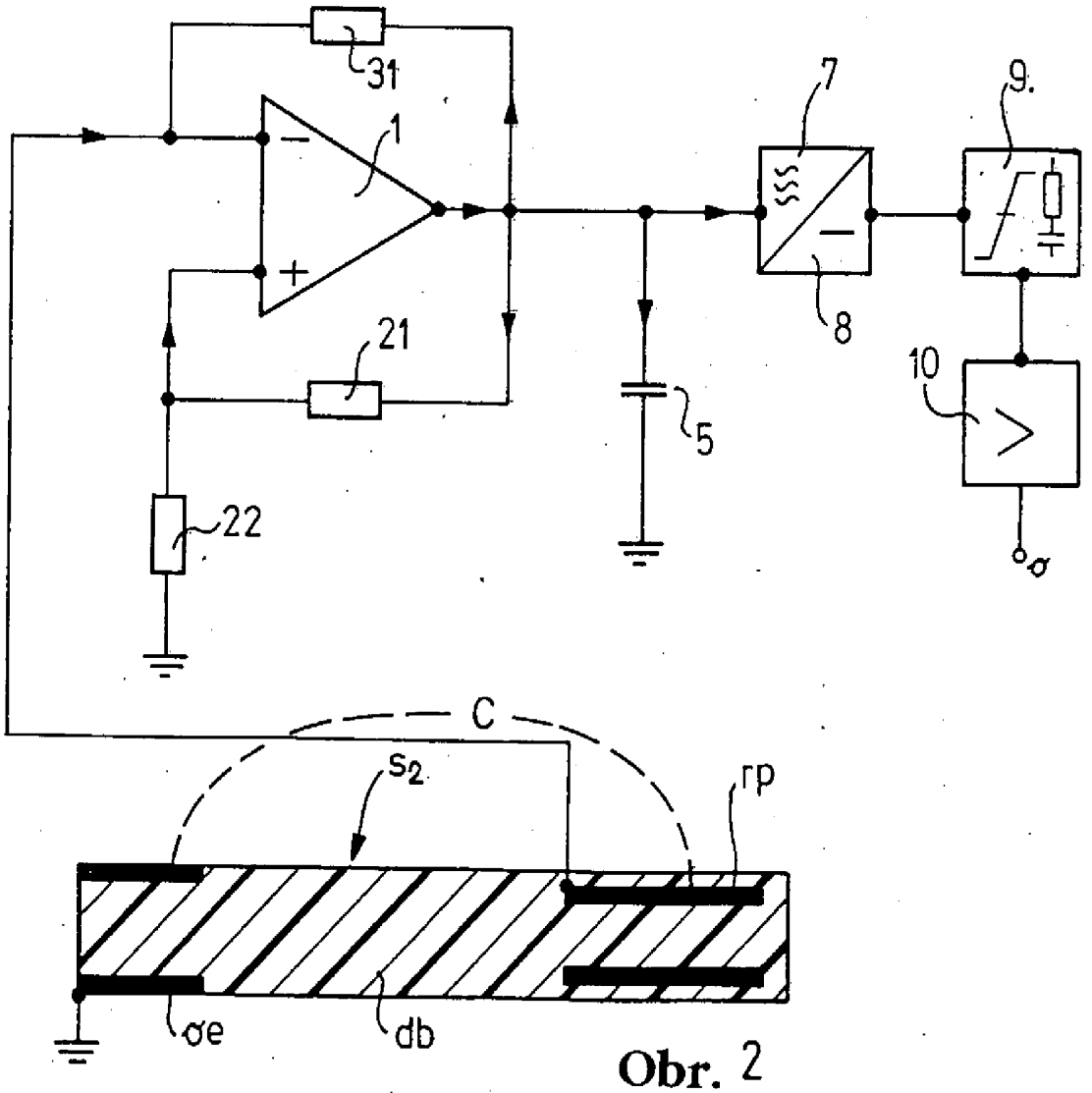
5. Spínač hladiny podle bodu 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že výstup operačního zesilovače /1/ je přes odpor /25/ a k němu paralelně připojený regulovatelný odpor /251/, připojen na společnou svorku odporu /23/ a odporu /24/.

6. Spínač hladiny podle jednoho z bodů 2, 3, 4 nebo 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že na hmotu připojený odpor /22/ je svou druhou svorkou připojen na neinvertující vstup operačního zesilovače /1/.

ÚŘAD
VYNÁLEZŮ
A OBJEVŮ
5. V. 93
00510

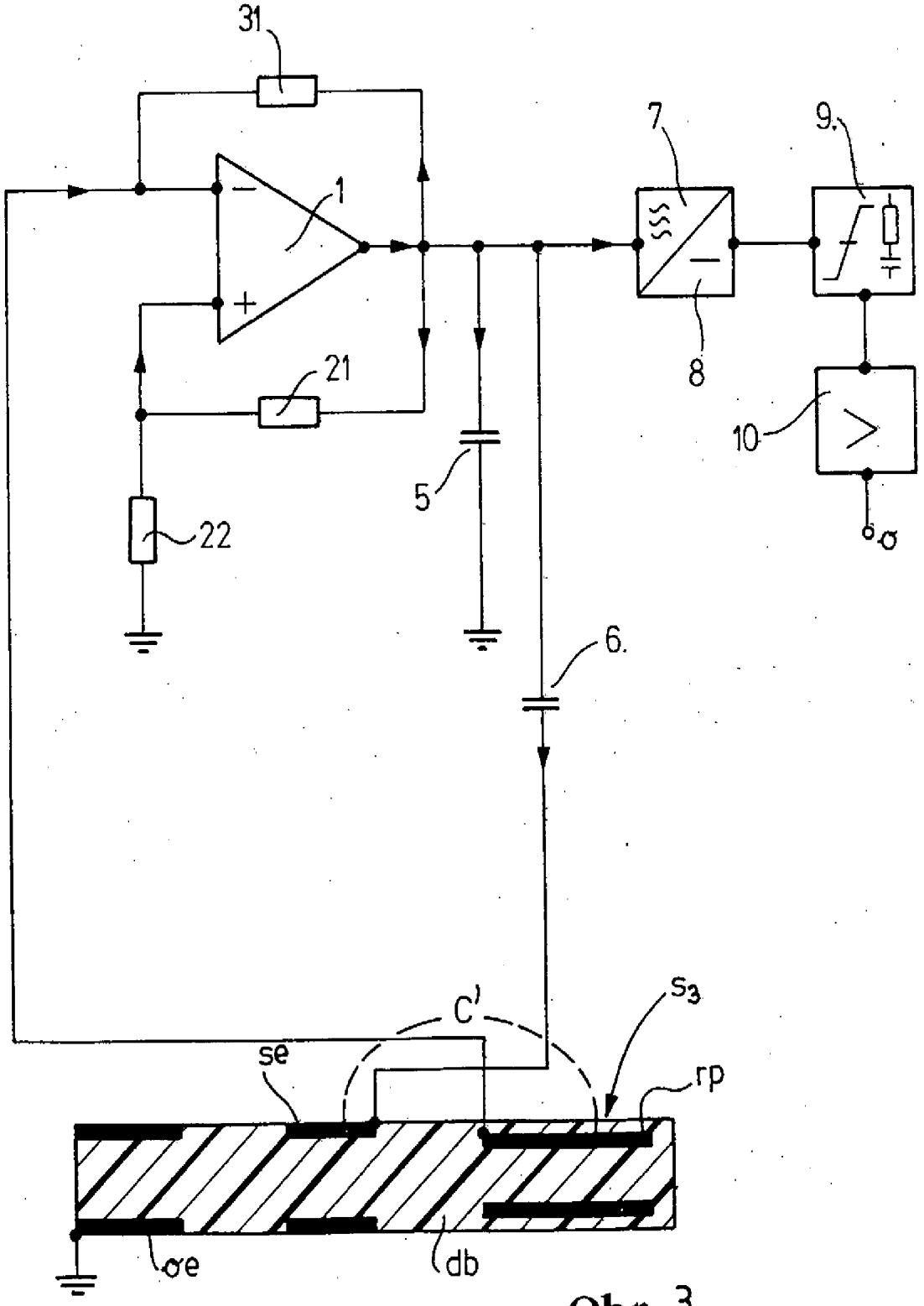


Obr. 1



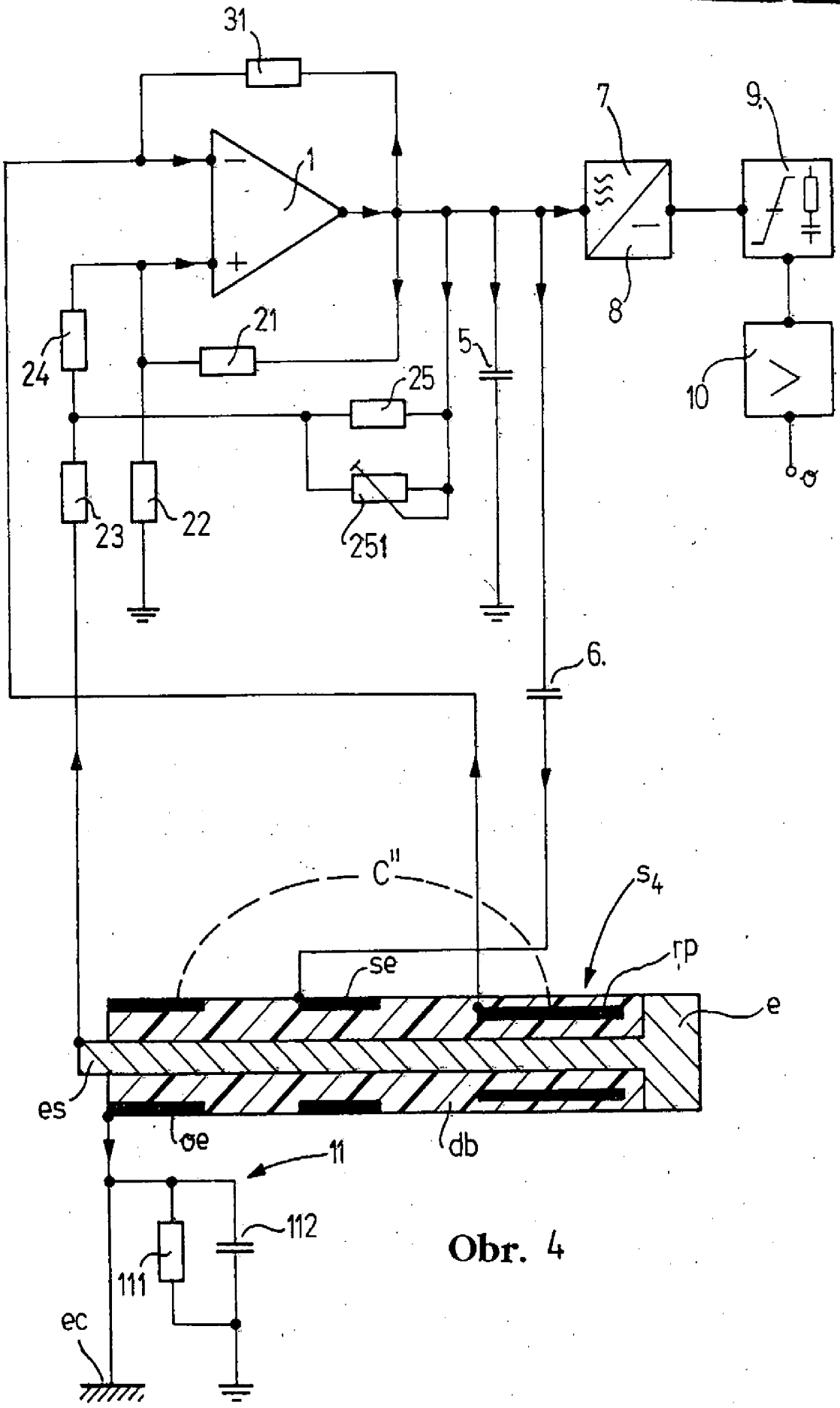
Obr. 2

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ PŘÍL.
05 V 93
05300
02 12 27



Obr. 3

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
PŘÍL.
DOŠLO
05. V. 93
č.j.



Obr. 4