



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201818  
(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 L 25/00

(22) Přihlášeno 06 10 78  
(21) (PV 6467-78)

(40) Zveřejněno 31 03 80

(45) Vydáno 15 02 83

(75)

Autor vynálezu

POSPÍŠIL BOHUMIL ing., PRAHA

### (54) Způsob kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny a zapojení obvodů pro tuto kompenzaci

Vynález se týká způsobu kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny v průběhu měření pro kterýkoliv zvolený pracovní bod zkoušeného zařízení a spojení obvodů pro provádění uvedeného způsobu kompenzace.

Na elektrické měřicí snímače mechanických veličin, také tak zvané mechanickoelektrické převodníky, působí mimo měřené mechanické veličiny i rušivé veličiny, jejichž vliv je nežádoucí. V signálu měřicího snímače je proto obsažena i rušivá složka způsobená rušivou veličinou. Vlivem této rušivé složky dochází k chybám měření, popřípadě se vyhodnocování měřené mechanické veličiny zcela zneemožní.

Dosavadní způsoby kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny lze charakterizovat jako kompenzaci rušivé složky signálu měřicího snímače pomocí signálu kompenzačního snímače s parametry kompenzace pevně nastavenými v klidovém pracovním bodě zkoušeného zařízení, přičemž se vychází z předem zjištěných závislostí signálu měřicího snímače a signálu kompenzačního snímače na samotné rušivé veličině tak, že se upravuje poměr a smysl signálu kompenzačního snímače a signálu měřicího snímače, aby se po sloučení obou zesílených signálů ve výstupním signálu vysky-

tovala pouze zesílená měřená složka signálu měřicího snímače.

Známe zapojení obvodů u dosavadního způsobu kompenzace je takové, že signál měřicího snímače je přiveden na přístroj pro měřicí snímač, ze kterého je po zesílení a nastavení vhodné počáteční úrovně v klidovém pracovním bodě zkoušeného zařízení veden na slučovací člen. Signál kompenzačního snímače je přiveden na přístroj pro kompenzační snímač, ze kterého je po nastavení vhodného zesílení a potřebné polarizace přiveden rovněž na slučovací člen, a to v takovém smyslu, aby po sloučení obou zesílených signálů vymizela zesílená rušivá složka signálu měřicího snímače. Výstupní signál za slučovacím členem potom obsahuje již jenom zesílenou měřenou složku signálu měřicího snímače a nevykompenzovaný zbytek zesílené rušivé složky představující chybu měření. Výstupní signál je dále veden na záznamové zařízení.

Nevýhodou známého způsobu kompenzace rušivé složky signálu a z něho odvozeného zapojení obvodů je, že rozsah rušivé veličiny, ve kterém lze její vliv vykompenzovat, většinou nedostačuje, je úzký a nedá se během měření měnit. Použití známého způsobu kompenzace je omezeno pouze na pásmo, v němž je nevykompenzovaný zbytek menší, než přípustná chyba měření, a která je v oblasti

opakovatelných průběhů veličin. Proto ho nelze použít zvláště při měření za extrémních provozních podmínek, při nichž je podíl rušivé složky veliký.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny a zapojení obvodů pro tuto kompenzaci podle vynálezu.

Podstata způsobu kompenzace spočívá v tom, že k nastavení parametrů kompenzace pro kterýkoliv pracovní bod zkoušeného zařízení se výstupní signál derivuje podle času po změně pracovního režimu zkoušeného zařízení po odeznění měřené složky signálu měřicího snímače, když doznívá ještě jeho rušivá složka, a od poklesu hodnoty této derivace na určitou zvolenou úroveň se nastaví poměr signálu kompenzačního snímače k signálu měřicího snímače tak, aby nastavením velikosti a smyslu signálu kompenzačního snímače byla hodnota derivace výstupního signálu nulová, načemž se posunutím úrovně signálu měřicího snímače nastaví i nulová hodnota výstupního signálu.

Podstata u zapojení obvodů pro způsob kompenzace spočívá v tom, že výstup slučovacího členu je zároveň připojen jednak na první vstup nulovacího zařízení, připojeného svým výstupem na druhý vstup přístroje pro měřicí snímač a jednak přes derivační člen na první vstup druhého nulovacího zařízení, připojeného svým výstupem na druhý vstup přístroje pro kompenzační snímač. Při automatickém nastavení podmínek kompenzace ve zvoleném pracovním bodě je výstup derivačního členu připojen na vstup ovládacího zařízení pro nulování, které je svým prvním výstupem připojeno na druhý vstup prvního nulovacího zařízení a svým druhým výstupem na druhý vstup druhého nulovacího zařízení.

Výhodou způsobu kompenzace podle vynálezu je možnost kompenzovat vliv rušivé veličiny v okolí kteréhokoliv zvoleného pracovního bodu zkoušeného zařízení. Tím lze rozšířit měření mechanickoelektrickými převodníky na oblast pracovních režimů, která je sice z hlediska získání měřených výsledků nejdůležitější, avšak doposud ležela mimo rozsah možností způsobu kompenzace nastavené v klidovém bodě. Kompenzace nastavená ve zvoleném pracovním bodě je při stejné šíři pásma kompenzace mnohem účinnější, neboť za provozu zkoušeného zařízení již zpravidla nedochází k tak velkým změnám rušivé veličiny jako při najíždění z klidového pracovního bodu.

Výhodou zapojení obvodů podle vynálezu je, že lze volit podle potřeby různé technicky náročné alternativy jednotlivých bloků zapojení od ručního nastavování parametrů kompenzace podle vizuálního pozorování potřebných údajů na jednoduchých ukazatelích až po mechanismy automaticky řízené podle zadávaného programu.

Způsob kompenzace podle vynálezu je po-

psán na příkladu konkrétního zapojení obvodů k jeho provádění, znázorněného na obr. 1 připojeného výkresu.

Měřicí snímač 1, upravený na zkoušeném zařízení, je připojen na první vstup přístroje pro měřicí snímač 3, jehož výstup je připojen na první vstup slučovacího členu 5. Kompenzační snímač 2, upravený na tomtéž zařízení, je připojen na první vstup přístroje pro kompenzační snímač 4, jehož výstup je připojen na druhý vstup slučovacího členu 5. Výstup slučovacího členu 5 je připojen na vstup záznamového zařízení 6. Bloky přístrojů 3, 4, 5 tvoří stávající obvod 11. Výstup slučovacího členu 5 je zároveň připojen jednak na první vstup prvního nulovacího zařízení 7, spojeného výstupem s druhým vstupem přístroje pro měřicí snímač 3, a jednak přes derivační člen 8 na první vstup druhého nulovacího zařízení 9, spojeného výstupem s druhým vstupem přístroje pro kompenzační snímač 4. Výstup derivačního členu 8 je zároveň připojen na vstup ovládacího zařízení pro nulování 10, připojeného svým prvním výstupem na druhý vstup prvního nulovacího zařízení 7 a svým druhým výstupem na druhý vstup druhého nulovacího zařízení 9. Bloky přístrojů 7, 8, 9, 10 tvoří doplňující obvod 12.

Pro vysvětlení způsobu kompenzace podle vynálezu je nutné uvést nejprve podstatu dosavadního způsobu kompenzace, přičemž grafické vyjádření průběhu signálů v závislosti na vlivu rušivé veličiny pro oba druhy kompenzace je znázorněno na obr. 2 připojeného výkresu.

Během měření zkoušeného zařízení působí na měřicí snímač 1 nejen měřená mechanická veličina  $m$ , ale také rušivá veličina  $r$ . To se projeví i na signálu  $u$  na výstupu měřicího snímače 1, v němž je kromě měřené složky  $u_m$  obsažena i rušivá složka  $u_r$ . V přístroji pro měřicí snímač 3 se signál  $u$  zesiluje se zesilovacím činitelem  $A$  na zesílený signál  $A \cdot u$  a mimoto se umožňuje plynulé posouvání hladiny zesíleného signálu  $A \cdot u$  na výstupu, včetně zastavení její nulové úrovně. Ze zesíleného signálu  $A \cdot u$  se ve slučovacím členu 5 vykompenzuje zesílená rušivá složka  $A \cdot u_r$ . K tomuto do slučovacího členu 5 přivádí současně i signál úměrný pouze rušivé veličině  $r$ . Získává se snímáním rušivé veličiny  $r$  kompenzačním snímačem 2, jehož výstupní signál  $u_k$  se však nejprve přivádí do přístroje pro kompenzační snímač 4, který pracuje jako zesilovač se zesilovacím činitelem  $K$  plynule nastavitelným od nulové hodnoty, s možností změny polarity zesíleného signálu  $K \cdot u_k$ . Na slučovací člen 5 se potom přivádí zesílený signál  $K \cdot u_k$ , v takové velikosti a smyslu, aby se při sloučení zesílených signálů  $A \cdot u$ ,  $K \cdot u_k$  vykompenzovala zesílená rušivá složka  $A \cdot u_r$ . Nastavení velikosti a smyslu zesilovacího činitele  $K$ , které kompenzaci umožní, se pro jednotlivé případy již během měření nemění. Velikost a smysl zesilovacího činitele  $K$  lze proto nazvat parametry kompenzace. Při nastavování parametrů kompenzace se u dosa-

vadního způsobu kompenzace vychází z předem zjištěných průběhů závislosti rušivé složky  $u_r$  a signálu  $u_k$  na samotné rušivé veličině  $r$ . Takto zjištěné průběhy lze zapsat jako funkce rušivé veličiny  $u_r(r)$ ,  $u_k(r)$ .

Z hlediska kompenzace je tedy třeba nastavit zesilovací činitel  $K$  tak, aby i pro průběhy závislosti na rušivé veličině  $r$  platilo, že průběh závislosti  $A \cdot u_r(r)$  bude shodný s průběhem závislosti  $K \cdot u_k(r)$ . V praxi se však oba průběhy od sebe liší natolik, že úplného vykompenzování lze dosáhnout pouze v některých bodech rozsahu rušivé veličiny  $r$ . Mimo tyto body se ve výstupním signálu  $u_v$  vyskytuje nevykompenzovaný zbytek  $u_z$  zesílené rušivé složky  $A \cdot u_r$ . Velikost nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  v podstatě představuje chybu, která při měření vznikne. Aby výsledky měření byly použitelné, nesmí absolutní hodnota nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  přesáhnout maximálně přípustnou chybu měření  $X$ . Parametry kompenzace se proto nastavují tak, aby se přípustného nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  dosáhlo v co nejširším rozsahu rušivé veličiny  $r$ . Nastavování parametrů kompenzace lze provádět pouze v klidovém pracovním bodě zkoušeného zařízení, neboť během měření již nelze jednotlivé složky  $u_m$ ,  $u_r$  signálu  $u$  vzájemně rozlišit. Průběh závislosti nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  na rušivé veličině  $r$  je dán funkcí  $u_z(r)$ . Průběhy popsaných funkcí  $K \cdot u_k(r)$ ,  $A \cdot u_r(r)$ ,  $u_z(r)$  jsou pro určitý praktický případ graficky znázorněny na obr. 2. Velikost zesílených signálů  $K \cdot u_k$ ,  $A \cdot u_r$  a nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  je vynášena na svislou osu  $e$ , velikost rušivé veličiny  $r$  je vynášena na vodorovnou osu  $o$ . V průsečíku os  $e$  a  $o$  je nulová úroveň těchto zesílených signálů. Sloučení průběhů funkcí zesílených signálů  $A \cdot u_r(r)$  a  $K \cdot u_k(r)$  je zde prováděno graficky pomocí čárkované zakresleného průběhu funkce  $-K \cdot u_k(r)$  tak, že odchylky průběhů funkcí  $A \cdot u_r(r)$ ,  $K \cdot u_k(r)$  jsou přenášeny na osu  $o$  a jejich propojením se dostává průběh funkce nevykompenzovaného zbytku  $u_z(r)$ . Rovnoběžky s osou  $o$  ve vzdálenosti  $\pm X$  vymezují hranici maximální přípustné chyby  $X$  měření. Bod  $R_0$  na ose  $o$  vyznačuje hodnotu rušivé veličiny  $r$  v klidovém pracovním bodě zkoušeného zařízení, v němž se nastavují parametry kompenzace při dosavadním způsobu kompenzace. Body  $R_1$ ,  $R_2$  na ose  $o$  vyznačují hranice pásma kompenzace  $\langle R_1, R_2 \rangle$  rušivé veličiny  $r$ , ve kterých absolutní hodnota nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  nepřekračuje hranici maximální přípustné chyby  $X$ . Z grafického znázornění funkce  $u_z(r)$  je patrné, že pro dosažení co nejširšího pásma kompenzace  $\langle R_1, R_2 \rangle$  je nutné jako další parametr dosavadního způsobu kompenzace nastavit i potřebnou hodnotu  $U_0$  výstupního signálu  $u_v$  v klidovém pracovním bodě. Mimo takto optimálně nastavené pásmo kompenzace  $\langle R_1, R_2 \rangle$  již měřit nelze, neboť hodnota nevykompenzovaného zbytku  $u_z$  přesáhne hranice maximální přípustné chyby  $X$ , jak je

znázorněno čárkovaným pokračováním průběhu funkce  $u_z(r)$ .

Způsobem kompenzace podle vynálezu lze nastavit vykompenzovaný stav za provozu zkoušeného zařízení pro kterýkoliv zvolený pracovní bod. To umožňují nové podmínky kompenzace, které lze nastavit a jejich splnění určit v průběhu měření. Využívá se k tomu poznatku, že při rychlé změně pracovního režimu zkoušeného zařízení najetím do zvoleného pracovního bodu, pokud při něm dojde k ustálení měření složky  $u_m$  signálu  $u$  dříve, než jeho rušivé složky  $u_r$ , může se po odeznění změny měřené složky  $u_m$  využít doby dozínávání změny rušivé složky  $u_r$  k odlišení obou složek signálu  $u$  pomocí derivace  $\frac{du_v}{dt}$  výstupního signálu  $u_v$  podle času. Odlišení je možné tím, že po odeznění změny zesílené měřené složky  $A \cdot u_m$  je její derivace  $\frac{dA \cdot u_m}{dt}$  v závislosti na čase nulová a derivace výstupního signálu  $\frac{du_v}{dt}$  se v této době rovná pouze derivaci  $\frac{dA \cdot u_r}{dt}$  zesílené rušivé složky  $A \cdot u_r$  podle času. Blíží-li se rušivá veličina  $r$  své ustálené hodnotě  $R_p$  ve zvoleném pracovním bodě, je tedy časová změna výstupního signálu  $u_v$  vlastně závislá pouze na časové změně velikosti rušivé veličiny  $r$ . Jestliže se v této době nastaví nulová hodnota derivace  $\frac{du_v}{dt}$ , dosáhneme tím, že průběh závislosti nevykompenzovaného zbytku  $u_z(r)$  se natočí vůči ose  $o$  tak, že tečna k tomuto průběhu ve zvoleném bodě je rovnoběžná s osou  $o$ . Změny rušivé veličiny  $r$  se potom v těsném okolí zvoleného pracovního bodu neprojeví změnou nevykompenzovaného zbytku  $u_z$ . Nastavení nulové hodnoty derivace  $\frac{du_v}{dt}$  se dosáhne v přístroji pro kompenzační snímač 4 pomocí nastavení zesilovacího činitele  $K^*$ , jakožto parametru kompenzace nastavovaného ve zvoleném pracovním bodě. Při jeho nastavení se však současně vlivem zesíleného signálu  $K^* \cdot u_k$  mění i celková úroveň výstupního signálu  $u_v$ , která se tím dostane na hodnotu, již nelze předem odhadnout ani zjistit. Pro vyloučení této neurčitosti se potom nastavuje ve zvoleném pracovním bodě i úroveň výstupního signálu  $u_v$  na nulu. Děje se tak v přístroji pro měřicí snímač 3 vhodným posunutím hladiny zesíleného signálu měřicího snímače  $A \cdot u$ . Touto doplňující podmínkou kompenzace se dosáhne, že průběh závislosti nevykompenzovaného zbytku  $u_z^*(r)$  (nyní již nastavení kompenzace ve zvoleném pracovním bodě) se opět pohybuje pod hranicí maximální přípustné chyby  $X$  měření. Nastavení nových podmínek kompenzace však má za následek, že v průběhu dalšího měření lze sledovat již pouze přírůstky  $\Delta u_v$  výstupního signálu  $u_v$  vůči hodnotě  $U_p$ , kterou měl výstupní signál  $u_v$  ve zvoleném pracovním bodě

před nastavováním kompenzace. Pro značnou část praktických měření jsou takto zjišťované změny měřených hodnot vůči stavu ve zvoleném pracovním bodě zkoušeného zařízení postačující. Jestliže je však potřeba znát celkovou úroveň vůči výchozímu klidovému pracovnímu bodu i v průběhu dalšího měření, je nutné hodnotu  $U_p$  předem změřit, nebo jinak zjistit, a další hodnoty výstupního signálu  $u_v$  potom vyhodnocovat podle rovnice

$$u_v = U_p + \Delta u_v.$$

Vykompenzované úseky musí přitom na sebe navazovat v rozsahu maximální přípustné chyby  $X$  měření.

Nový způsob kompenzace je graficky znázorněn opět na obr. 2 pro tentýž praktický případ, jako při vysvětlení dosavadního způsobu. Kompenzuje se pokračování závislosti  $A \cdot u_r(r)$  zesílené rušivé složky  $A \cdot u_r$  na rušivé veličině  $r$  mimo pásmo kompenzace  $< R_1, R_2 >$ , dosažitelné dosavadním způsobem. Sloučení průběhu závislosti  $A \cdot u_r(r)$  a  $K^x \cdot u_k(r)$  je provedeno graficky pomocí čárkovanež zakresleného průběhu funkce  $-K^x \cdot u_k(r)$  stejným způsobem jako bylo popsáno, přičemž je znázorňován stav již po nastavení obou nových podmínek kompenzace. Z průběhu závislosti  $u_z^x(r)$  je potom patrné, že po nastavení parametrů kompenzace ve zvoleném pracovním bodě došlo v tomto konkrétním případě k prodloužení pásma kompenzace  $< R_1, R_2 >$ , až do bodu  $R_3$ . V rámci prodloužení pásma kompenzace může být i několik vykompenzovaných úseků, které mohou na sebe dle potřeby navazovat.

U konkrétního zapojení obvodů podle vynálezu, znázorněného jednotlivými funkčními bloky na obr. 1, se z výstupu stávajícího obvodu 11, představovaného výstupem slučovacího členu 5, přivádí výstupní signál  $u_v$  do doplňujícího obvodu 12, kde jsou umístěny další přístroje a zařízení potřebné k nastavení podmínek kompenzace ve zvoleném pracovním bodě zkoušeného zařízení. V doplňujícím obvodu 12 je výstupní signál  $u_v$  přiveden jednak přímo na první nulovací zařízení 7, a jednak na derivační člen 8, kde se získá de-

rivace  $\frac{du_v}{dt}$  výstupního signálu  $u_v$  podle času, která se teprve přivádí do druhého nulovacího zařízení 9. Z výstupu prvního nulovacího zařízení 7 je zavedena zpětná vazba do přístroje pro měřicí snímač 3, z výstupu druhého nulovacího zařízení 9 do přístroje pro kompenzační snímač 4. Tato nulovací zařízení 7, 9 mohou být mimo jiná konkrétní provedení i ve formě servosilosů. Do činnosti jsou uváděna postupně pouze na daný povel při nastavování podmínek kompenzace. Nejprve se pomocí druhého nulovacího zařízení 9

uskutečňuje nastavení velikosti a smyslu zesilovacího činitele  $K^x$  regulací prvků v přístroji pro kompenzační snímač 4 tak, aby

došlo k vynulování derivace  $\frac{du_v}{dt}$  výstupního

signálu  $u_v$ . Potom následuje i vynulování výstupního signálu  $u_v$  pomocí prvního nulovacího zařízení 7 tím, že se vhodně posune úroveň zesíleného signálu  $A \cdot u$  měřicího snímače 1 v přístroji pro měřicí snímač 3. Při velkých odchylkách od nulových hodnot je možné oba kroky několikrát opakovat. Povel pro činnost nulovacích zařízení 7, 9 se dává ručně na základě vizuálního sledování potřebných hodnot, nebo automaticky z ovládacího zařízení pro nulování 10. Okamžik uvedení nulovacích zařízení 7, 9 do činnosti se volí, jak již bylo dříve uvedeno, v době po rychlém najetí zkoušeného zařízení do zvoleného pracovního

bodu. S vynulováním derivace  $\frac{du_v}{dt}$  se za-

počne, co hodnota této derivace klesne na určitou zvolenou úroveň stanovenou s ohledem na rozlišení a dostatečně přesné nastavení její nulové hodnoty. K tomuto účelu je deri-

vace  $\frac{du_v}{dt}$  přivedena na vstup ovládacího

zařízení pro nulování 10. Vynulování výstupního signálu  $u_v$  potom bezprostředně následuje. Doba, po kterou jsou nulovací zařízení 7, 9 v činnosti, se řídí podle rychlosti, s jakou je dosaženo nulových hodnot.

Využití způsobu kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny a zapojení obvodů při způsobu kompenzace podle vynálezu může v řadě případů značně zlepšit dosažené výsledky měření oproti výsledkům dosahovaným při použití dosavadních způsobů kompenzace. Největší význam má však pro měření za extrémních provozních podmínek, kdy vliv rušivé veličiny často i mnohonásobně převyšuje měřené hodnoty, a kde proto nebylo možné měřit vůbec. Jako příklad lze uvést statické měření deformací strojních součástí odporovými tenzometry při působení vysokých provozních teplot. Na odporové změny měřicího snímače (odporového tenzometru) má při působení vyšších teplot až více jak stonásobně větší vliv tato rušivá veličina, než měřená deformace. Jedná se při tom o druh provozních měření, pro která zatím není možná náhrada převodníky na jiném principu než je odporový tenzometr. Dosavadními způsoby kompenzace byl tento problém uspokojivě řešitelný pouze do teplot cca 250 °C. Při použití nového způsobu kompenzace s termočlánkem jako kompenzačním snímačem je však možné rozsah kompenzace vlivu provozních teplot až několikanásobně zvětšit.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

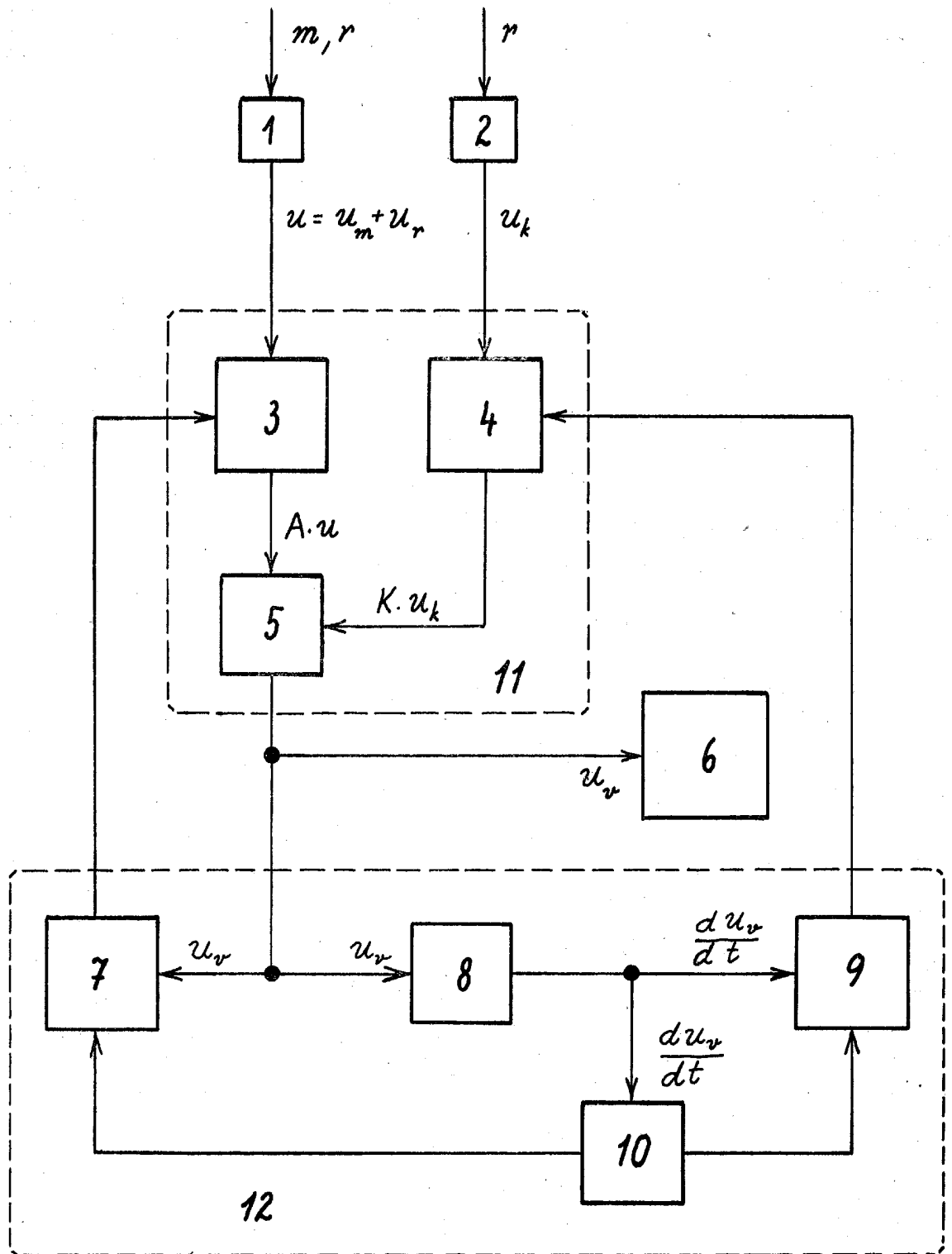
1. Způsob kompenzace rušivé složky signálu měřicího snímače mechanické veličiny pomocí signálu kompenzačního snímače ru-

šivé veličiny, u kterého lze parametry kompenzace nastavit v průběhu měření pro kterýkoliv zvolený pracovní bod zkouše-

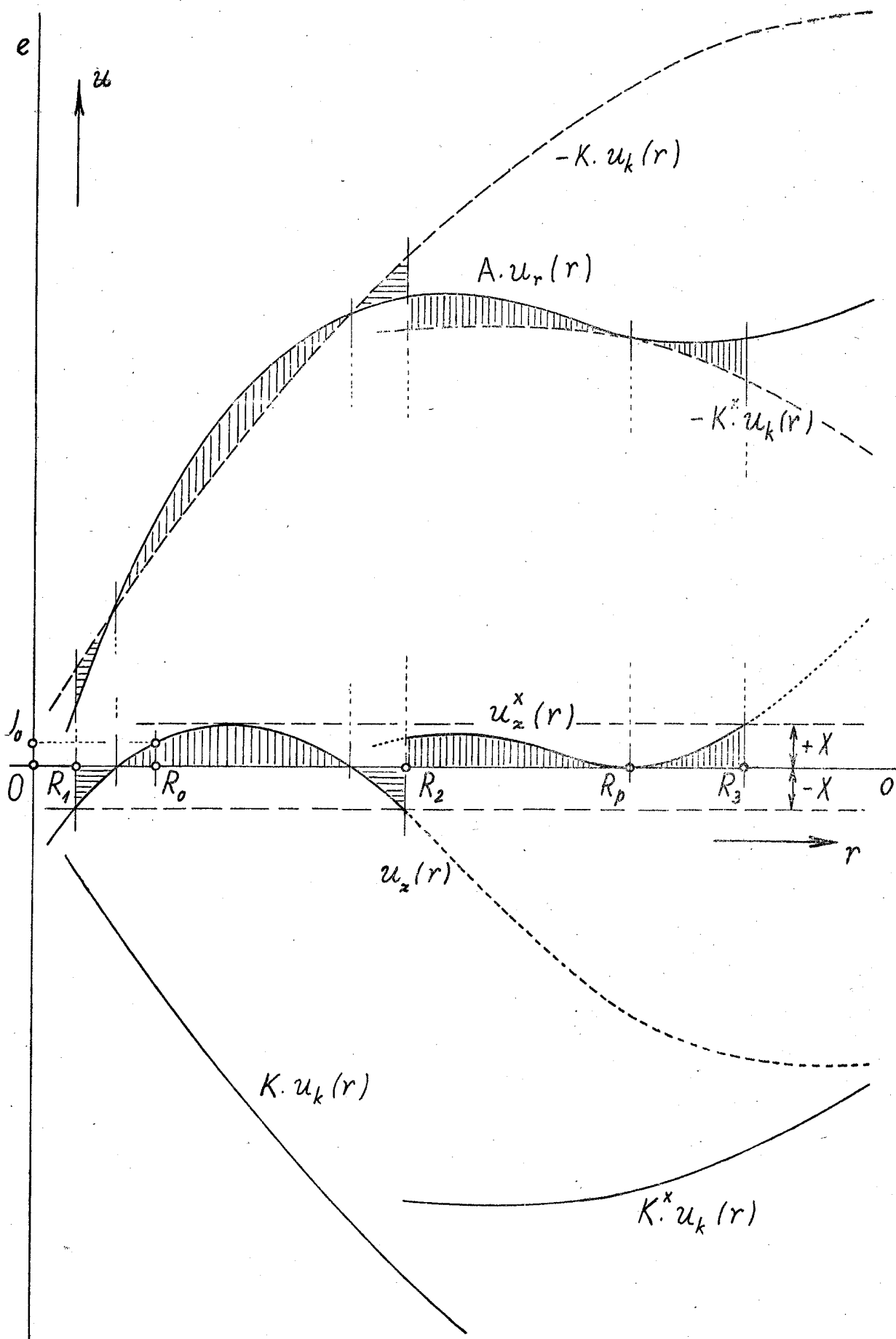
ného zařízení, přičemž k nastavení parametrů kompenzace v klidovém pracovním bodě zkoušeného zařízení se využívá předem zjištěných závislostí signálu měřicího snímače a signálu kompenzačního snímače na samotné rušivé veličině tak, že se upravuje poměr a smysl signálu kompenzačního snímače a signálu měřicího snímače, aby se po sloučení obou zesílených signálů ve výstupním signálu vyskytovala pouze zesílená měřená složka signálu měřicího snímače, vyznačený tím, že k nastavení parametrů kompenzace se výstupní signál derivuje podle času po změně pracovního režimu zkoušeného zařízení po odeznění měřené složky signálu měřicího snímače, když doznívá ještě jeho rušivá složka, a od poklesu hodnoty této derivace na určitou zvolenou úroveň se nastaví poměr signálu kompenzačního snímače k signálu měřicího snímače tak, aby nastavením velikosti a smyslu signálu kompenzačního snímače byla hodnota derivace výstupního signálu nulová, načemž se posunutím úrovně signálu měřicího snímače nastaví i nulová hodnota výstupního signálu.

2. Zapojení obvodů pro kompenzaci rušivé složky signálu měřicího snímače podle bodu 1, u něhož je připojen měřicí snímač přes přístroj pro měřicí snímač na první vstup slučovacího členu, na jehož druhý vstup je přes přístroj pro kompenzační snímač připojen kompenzační snímač, přičemž výstup slučovacího členu je připojen na vstup záznamového zařízení, vyznačené tím, že výstup slučovacího členu (5) je zároveň připojen jednak na první vstup prvního nulovacího zařízení (7), připojeného svým výstupem na druhý vstup přístroje pro měřicí snímač (3), a jednak přes derivační člen (8) na první vstup druhého nulovacího zařízení (9), připojeného svým výstupem na druhý vstup přístroje pro kompenzační snímač (4).
3. Zapojení podle bodu 2, vyznačené tím, že výstup derivačního členu (8) je připojen na vstup ovládacího zařízení pro nulování (10), které je svým prvním výstupem připojeno na druhý vstup prvního nulovacího zařízení (7) a svým druhým výstupem na druhý vstup druhého nulovacího zařízení (9).

## 2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2