



URAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(204126
(11) (B1)

[22] Přihlášeno 07 12 76
[21] (PV 7964-76)

(51) Int. Cl.³
F 02 P 5/08

[40] Zveřejněno 31 07 80

[45] Vydáno 15 12 83

(75)
Autor vynálezu SOUKUP JAROSLAV, PRAHA

(54) Zapojení universálního elektronického automatického regulátoru předstihu pro spalovací motory

1

Vynález se týká zapojení universálního elektronického automatického regulátoru předstihu pro spalovací motory, zejména automobilové a motocyklové.

Většina dosud známých používaných automatických regulátorů předstihu v závislosti na otáčkách a podtlaku v nasávacím potrubí jsou mechanické. Vyznačují se tím, že úhel odtrhu přerušovače a tím okamžik zážehu před horní úvratí pístu natáčením destičky s přerušovačem okolo vačky. Natočení této destičky je dáno jednak odstředivým snímačem otáček a jednak membránovým snímačem podtlaku, s nímž je mechanicky spojen. Tento způsob automatické regulace předstihu při sériové výrobě regulátorů nezaručuje s dostatečnou přesností požadovaný průběh regulační křivky. Průběh regulační křivky se mění s opotřebením regulátoru během provozu. Tyto regulátory také mají hysterezi, která se projevuje rozdílným průběhem regulační křivky při zvyšujících se otáčkách a při snižujících se otáčkách. Zmíněné automatické regulátory se pro svoji složitost nehodí a ani nepoužívají u motorů s menším výkonem, například u dvoutaktních motocyklových. Ty pak nejsou vybaveny žádným regulátorem předstihu. Předstih je u nich nastaven pevně a v závislosti na otáčkách a podtlaku v nasá-

2

vacím potrubí se nemění. Následkem toho je účinnost motoru největší jen v úzkém rozsahu jeho otáček.

Uvedené nedostatky odstraňuje předložený vynález, který spočívá v tom, že ke snímači nastaveného úhlu natočení klikové hřídele před horní úvratí pístu je připojen vstup řízeného hlavního monostabilního klopného obvodu. K jeho prvnímu výstupu je připojen pomocný monostabilní klopný obvod, jehož první výstup je připojen na první řídicí vstup hlavního monostabilního klopného obvodu. Druhý výstup pomocného monostabilního klopného obvodu je připojen přes řídicí zdroj na druhý řídicí vstup hlavního monostabilního klopného obvodu. Třetí výstup pomocného monostabilního klopného obvodu je připojen na vstup koncového stupně s výstupem. Vynálezem se řeší automatická regulace předstihu elektronickým regulátorem, založeným na zpoždování pulsů z mechanického nebo bezkontaktního snímače. Přesným dodržením požadovaného průběhu regulační křivky, to znamená závislosti předstihu na otáčkách a zatížení motoru, se docílí dokonalejšího spalování v motoru. Tím se dosahuje zvýšení výkonu motoru při stejné nebo menší spotřebě paliva a snížení hladiny zdraví

škodlivých exhalací ve výfukových zplodinách.

Na připojených výkresech jsou znázorněny dva příklady zapojení elektronického regulátoru předstihu podle vynálezu, kde na obr. 1 je blokově znázorněn regulátor předstihu, u něhož je výstupní puls odvozen od začátku pulsu pomocného monostabilního klopného obvodu a na obr. 3 je jeho skutečné zapojení. Na obr. 2 je zjednodušené zapojení řízeného monostabilního klopného obvodu pro vysvětlení jeho činnosti. Na obr. 4 jsou průběhy napětí v jednotlivých bodech regulátoru příkladně nastaveného pro čtyřtaktí čtyřválcový motor při 500 ot./min., na obr. 5 při 400 ot./min., na obr. 6 při 2000 ot./min. a na obr. 7 jsou průběhy regulačních křivek, jež byly přepočteny z naměřeného zpoždění u zkušebního funkčního vzorku pro 5 různých nastavení řídicího zdroje. Na obr. 8 je uveden jiný příklad blokového zapojení regulátoru předstihu, u něhož je výstupní puls odvozen od konce pulsu hlavního monostabilního klopného obvodu.

Zapojení je v podstatě zpožďovací obvod sestavený z hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO** řízeného napětím a proudem, pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO**, řídicího zdroje **RZ** a koncového stupně **KS**. Hlavní monostabilní klopný obvod **HMKO** se spouští pulsy ze snímače **P**. Doba jeho překlopení je závislá jednak na frekvenci spouštěcích pulsů a tím na otáčkách motoru, jednak na době překlopení pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** a na výstupním signálu z řídicího zdroje **RZ**. Zpoždění regulátoru se rovná době překlopení hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO**. Spouštění pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** je odvozeno od konce pulsu hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO**. Doba překlopení pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** je buď konstantní v závislosti na otáčkách motoru, nebo může být proměnná podle požadovaného průběhu regulační křivky a nesmí být větší, než je doba mezi dvěma po sobě následujícími jiskrami při daných otáčkách motoru. Šířka pulsu hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO** je řízeno výstupními pulsy z pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** jednak přímo a jednak přes řídicí zdroj **RZ**. Dobu překlopení hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO** a tím i průběh regulační křivky lze ovlivňovat i externě, bez ohledu na otáčky motoru, například signálem ze snímače podtlaku nebo jiného čidla. Signál se přivádí buď do pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO**, kde ovlivňuje dobu jeho překlopení nebo do řídicího zdroje **RZ**, kde ovlivňuje jeho výstupní signál nebo do pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** a řídicího zdroje **RZ** současně vstupem 2 a vstupem 3. Výstupní puls je odvozen od konce pulsu hlavního monostabilního klopného

ho obvodu **HMKO** nebo od začátku pulsu pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO**, což je ve stejném časovém okamžiku a koncovým stupněm **KS** vhodně přizpůsoben ke spuštění elektronického zapalování.

Universálnost takto zapojeného elektronického regulátoru spočívá v tom, že ho lze použít pro motory dvoutaktí i čtyřtaktí s libovolným počtem válců, případně i pro Wankel-motory, a že může pracovat v libovolném rozsahu otáček motoru a že průběh regulační křivky lze nastavit nepřímkově v širokých mezích.

V klidu je tranzistor **T2** (obr. 2) otevřen proudem **IC3**. Tranzistor **T1** je zavřen. Kondenzátor **C** se nabíje na napětí **UOC**. Přivede-li se na svorky 1—1 kladný puls, otevře se tranzistor **T1** a přes jeho kolektor a diodu **D1** se připojí kondenzátor **C** kladným pólem k zemi. Tím se na bázi tranzistoru **T2** objeví záporné napětí **UOC**, které ho zavře. Tranzistor **T1** je dále udržován v otevřeném stavu kladným napětím na kolektoru tranzistoru **T2** přivedeným na bázi tranzistoru **T1** přes odpor **RV1**. Vlivem proudu **IC3** se záporné napětí na bázi tranzistoru **T2** zmenšuje, až ho tento proud otevře a celý obvod se překlopí do původního stavu. Doba překlopení $T = C \frac{UOC}{LC3}$. Obdobně pracuje

hlavní monostabilní klopný obvod **HMKO** (obr. 3) realizovaný tranzistorem **T1** až **T4**, odpory **R2** až **R11**, diodou **D2** a kondenzátorem **C2**. Rozdíl je v tom, že kondenzátor **C2** se nabíjí konstantním proudem z kolektoru tranzistoru **T4**. Maximální napětí **UC20**, na které se kondenzátor **C2** může nabít je dáno napětovým děličem **R8**, **R9** ovládaným tranzistorem **T6**. Je-li hlavní monostabilní klopný obvod **HMKO** znovu spuštěn pulsem ze snímače **P** dříve než se kondenzátor **C2** stáhne nabít na napětí **UC20**, nabije se potom na menší napětí **UC2**. Tím se zmenší doba překlopení hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO**, neboť je přímo úměrná napětí **UC2** v okamžiku jeho spuštění.

Pomocný monostabilní klopný obvod **PMKO** je tvořen tranzistorem **T5**, **T6**, diodou **D4**, odpory **R13** až **R19** a kondenzátorem **C4**. Princip jeho činnosti je stejný jako u obvodu na obr. 2. Spouštěn je pulsy z kolektoru tranzistoru **T1**, derivovanými kondenzátorem **C3** a odporem **R12**, vždy v okamžiku, kdy se hlavní monostabilní klopný obvod **HMKO** překlápí zpět do stabilního stavu. Šířka výstupních pulsů je u tohoto zapojení konstantní v závislosti na frekvenci spouštěcích pulsů a nastavuje se proměnným odporem **R18**. Pulsy z kolektoru tranzistoru **T6** je ovládáno nabíjení kondenzátoru **C2**. Je-li pomocný monostabilní klopný obvod **PMKO** překlopen do nestabilního stavu, uzavře se tranzistor **T6** a tím i tranzistor **T4**. Kondenzátor **C2** se začne nabíjet až po překlopení pomocného klopného obvodu **PMKO** zpět do stabilního stavu. Napětím z kolektoru

ru tranzistoru **T6** je přes odpor **R23** ovládán i řídicí zdroj **ŘZ**. Ten je tvořen tranzistorem **T7** a **T8**, odpory **R20** až **R25** a kondenzátorem **C5**. V době stabilního stavu pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO**, kdy je tranzistor **T6** otevřen, je tranzistor **T8** uzavřen a kondenzátor **C5** se nabíjí přes odpor **R25** a **R24**. Jakmile se pomocný monostabilní klopný obvod **PMKO** překlopí do nestabilního stavu, otevře se tranzistor **T8** a kondenzátor **C5** se přes něj vybije. Průběh napětí na kondenzátoru **C5**, přiváděný přes oddělovací stupeň tvořený tranzistorem **T7** na bázi tranzistoru **T3**, řídí proud **IC3** a tím dobu překlopení hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO**. Amplituda napětí na bázi tranzistoru **T3** se nastavuje proměnným odporem **R21**. Proměnným odporem **R24** se nastavuje nabíjecí časová konstanta. Pulsy z kolektoru tranzistoru **T5** se derivují kapacitou **C6** a zesilují tranzistorem **T9** a přes

$$Z = \frac{(\alpha - \varphi) \cdot 166,6}{n} = \frac{36 - 3 \cdot 166,6}{500} = 11 \text{ ms}$$

Stejným způsobem lze vypočítat požadované zpoždění žádaného předstihu při libovolných otáčkách. Při 6000 ot./min. a 36° předstihu se požaduje zpoždění nulové.

$$Z = \frac{36 - 36 \cdot 166,6}{6000} = 0$$

Z těchto mezních hodnot se vyjde pro nastavení regulátoru. Šířku pulsu **TPMKO** pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** nastavíme na dobu mezi jednotlivými zážehy při maximálních otáčkách. Při 6000 ot./min. se šířka pulsu **TPMKO** pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** rovná 5 ms. Velikost nabíjecího proudu z kolektoru tranzistoru **T4** (obr. 3) se nastaví tak, aby se jím kondenzátor **C2** nabíjel z počátečního napětí na napětí **UC20** za dobu **TNO**, což je doba mezi jednotlivými zážehy **T** při 500 ot./min. zmenšená o šířku pulzu **TPMKO** pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** a požadované zpoždění **Z**.

$$TNO = T - TPMKO - Z = 60 - 5 - 11 = 44 \text{ ms}$$

Velikost kolektorového proudu tranzistoru **T3** (obr. 3) se nastaví tak, aby se jím kondenzátor **C2** po překlopení hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO** spouštěcím pulsem vybil z napětí **UC20** na počáteční hodnotu za dobu **TVO**, rovnající se požadovanému zpoždění při 500 ot./min., tj. za 11 ms. V okamžiku, kdy napětí na kondenzátoru **C2** dosáhne původní hodnoty, překlopí se hlavní monostabilní klopný obvod **HMKO** do původního stavu. Činnost regulátoru v intervalu od 500 ot./min. do 6000 ot./min. vyjadřuje odvozený matematický vztah

$$Z = THMKO = TV = \frac{TVO \cdot (T - TPMKO)}{TVO + TNO}$$

odpor **R28** přivádějí na výstup. Postup při nastavování regulátoru je předveden na příkladu. Regulátor má regulovat předstih čtyřtakového čtyřválcového motoru v rozsahu od 500 do 6000 ot./min. Při 500 ot./min. má být předstih 3° a při 6000 ot./min. má být 36°. Pro jednoduchost se požaduje přímkový průběh regulační křivky podobný průběhu 1 (obr. 7). Nejprve nastavíme odtrh přerušovače na maximální požadovaný předstih, tj. 36° na klikové hřídeli před horní úvratí pístu. Požadované zpoždění při 500 ot./min. vypočte následovně. Od nastaveného úhlu snímače α se odečte požadovaný úhel předstihu φ .

$$\alpha - \varphi = 36^\circ - 3^\circ = 33^\circ$$

Zpoždění regulátoru se musí rovnat době otočení klikové hřídele o 33° při 500 ot./min., a to je

Z

zpoždění

THMKO

šířka pulsu hlavního monostabilního klopného obvodu **HMKO**

TV

čas, za který se kondenzátor **C2** vybije na počáteční hodnotu z napětí **UC2**

TVO

čas, za který se kondenzátor **C2** vybije na počáteční hodnotu z napětí **UC20**

T

doba mezi jednotlivými zážehy — nepříměrná otáčkám motoru

TPMKO

šířka pulsu pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO**

TNO

doba, za kterou se kondenzátor **C2** nabije z počáteční hodnoty na napětí **UC20**

Z uvedeného vztahu je patrné, že velikost zpoždění **Z** a tím i průběh regulační křivky lze ovlivňovat i nezávisle na době mezi jednotlivými zážehy **T** úměrně otáčkám motoru, také změnou času **TVO**, za který se kondenzátor **C2** vybije na počáteční hodnotu z napětí **UC20**, změnou šířky pulsu **TPMKO** pomocného monostabilního klopného obvodu a **PMKO** změnou doby **TNO**, za kterou se kondenzátor **C2** nabije z počáteční hodnoty na napětí **UC20**.

Je-li čas **TVO**, za který se kondenzátor **C2** vybije na počáteční hodnotu z napětí **UC20**, šířka pulsu **TPMKO** pomocného monostabilního klopného obvodu **PMKO** a čas **TNO**, za který se kondenzátor **C2** nabije z počáteční hodnoty na napětí **UC20** v závislosti na otáčkách konstantní, je průběh regulační křivky přímkový. Průběhy napětí na snímači **P**, kolektorech tranzistorů **T1**, **T2**, **T4**, **T5**, **T6**, bázi tranzistoru **T2**, kondenzátoru **C5** a vý-

stupu (obr. 4, 5, 6), jsou znázorněny v časovém měřítku 1 cm = 5 ms a platí pro nastavení regulátoru podle výše uvedeného příkladu. Universální elektronický automatický regulátor předstihu byl realizován jako zkušební funkční vzorek a ověřen v laboratorních podmínkách. Schéma jeho zapojení bylo totožné se schématem na obr. 3, avšak snímač P byl simulován pulsním generátorem. Frekvence spouštěcích pulsů z generátoru odpovídala frekvenci pulsů na přerušovači čtyřtaktního čtyřválcového motoru při daných otáčkách. Šířka pulsu TPMKO pomocného monostabilního klopného obvodu byla nastavena na 4,8 ms, čas TNO, za který se kondenzátor C2 nabíjel z počáteční hodnoty na napětí UC20 na 44 ms a čas TVO, za který se kondenzátor C2 vybíjel na počáteční hodnotu z napětí UC20 na 11 ms. Bylo měřeno zpoždění výstupních pulsů za vstupními v závislosti na frekvenci vstupních pulsů (otáčkách motoru) při různém nastavení regulačních prvků R10, R21

a R24. Z naměřeného zpoždění byl vypočten úhel předstihu φ podle vztahu:

$$\varphi = \alpha - \frac{Z \cdot n}{166,6}$$

φ — úhel předstihu

α — úhel odtrhu přerušovače před horní úvratí pístu

Z — naměřené zpoždění

n — otáčky motoru

Úhel nastavení snímače α byl uvažován 36°. Vypočtené hodnoty předstihu jsou vyneseny do grafu na obr. 7. Při měření průběhu 1 byly regulační prvky R10, R21 a R24 nastaveny tak, že řídicí zdroj ŘZ neovlivňoval proud kolektoru tranzistoru T3. Elektrické zapojení regulátoru bylo navrženo pro jmenovité napájecí napětí 12 V, avšak pracovalo již při napájecím napětí od 3 V do 20 V.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

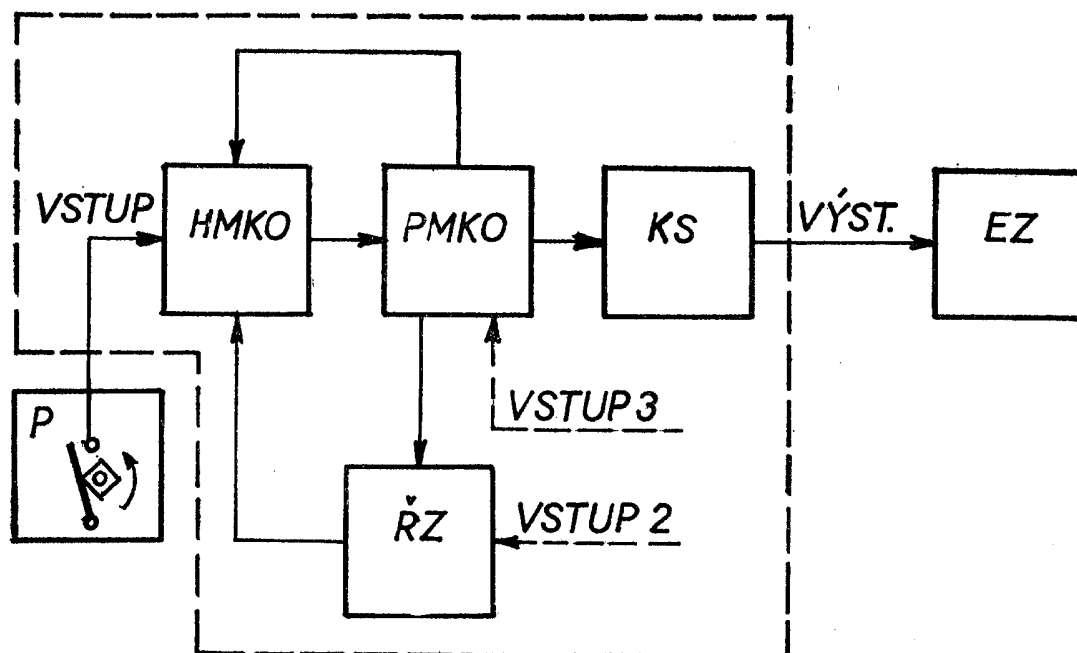
1. Zapojení universálního elektronického automatického regulátoru předstihu pro spalovací motory, zejména automobilové a motocyklové, vyznačené tím, že ke snímači (P) nastaveného úhlu natočení klikové hřídele před horní úvratí pístu je připojen vstup řízeného hlavního monostabilního klopného obvodu (HMKO), k jehož prvnímu výstupu je připojen pomocný monostabilní klopný obvod (PMKO), jehož první výstup je připojen na první řídicí vstup hlavního monostabilního klopného obvodu (HMKO), přičemž druhý výstup pomocného monostabilního klopného obvodu (PMKO) je připojen přes řídicí zdroj (ŘZ) na druhý řídicí

vstup hlavního monostabilního klopného obvodu (HMKO) a třetí výstup pomocného monostabilního klopného obvodu (PMKO) je připojen na vstup koncového stupně (KS).

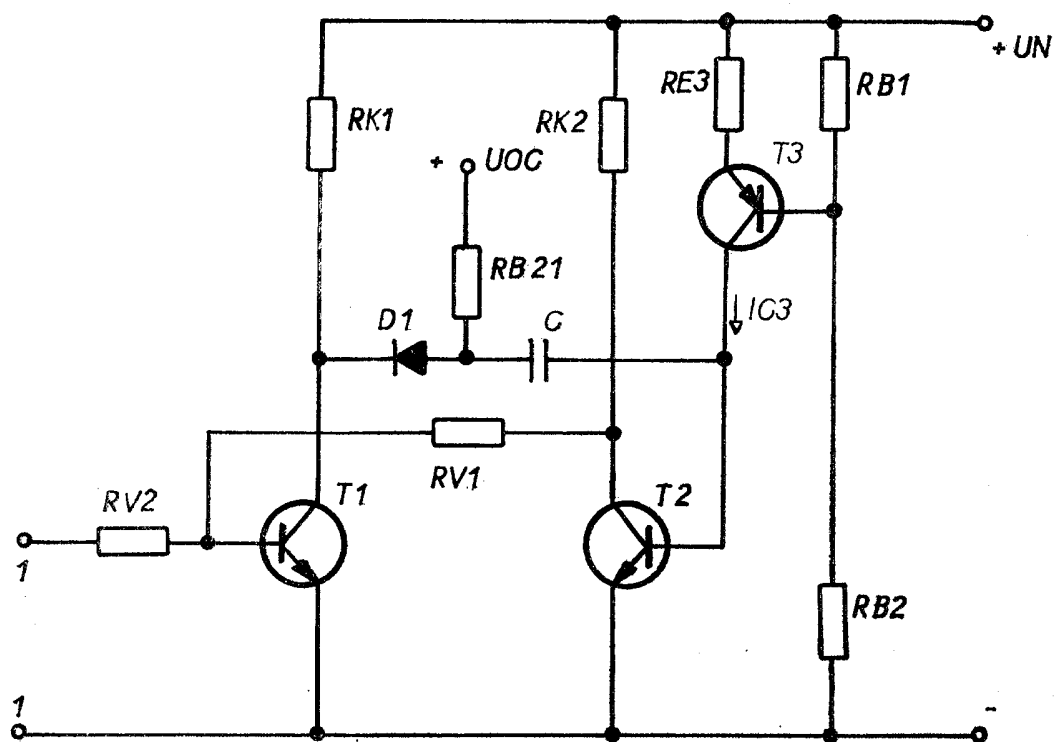
2. Zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že vstup koncového stupně (KS) je připojen na druhý výstup hlavního monostabilního klopného obvodu (HMKO).

3. Zapojení podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že na vstup (2) řídicího zdroje (ŘZ), případně i na vstup (3) pomocného monostabilního klopného obvodu (PMKO) je připojeno alespoň jedno čidlo předstihu, nezávislé na otáčkách spalovacího motoru.

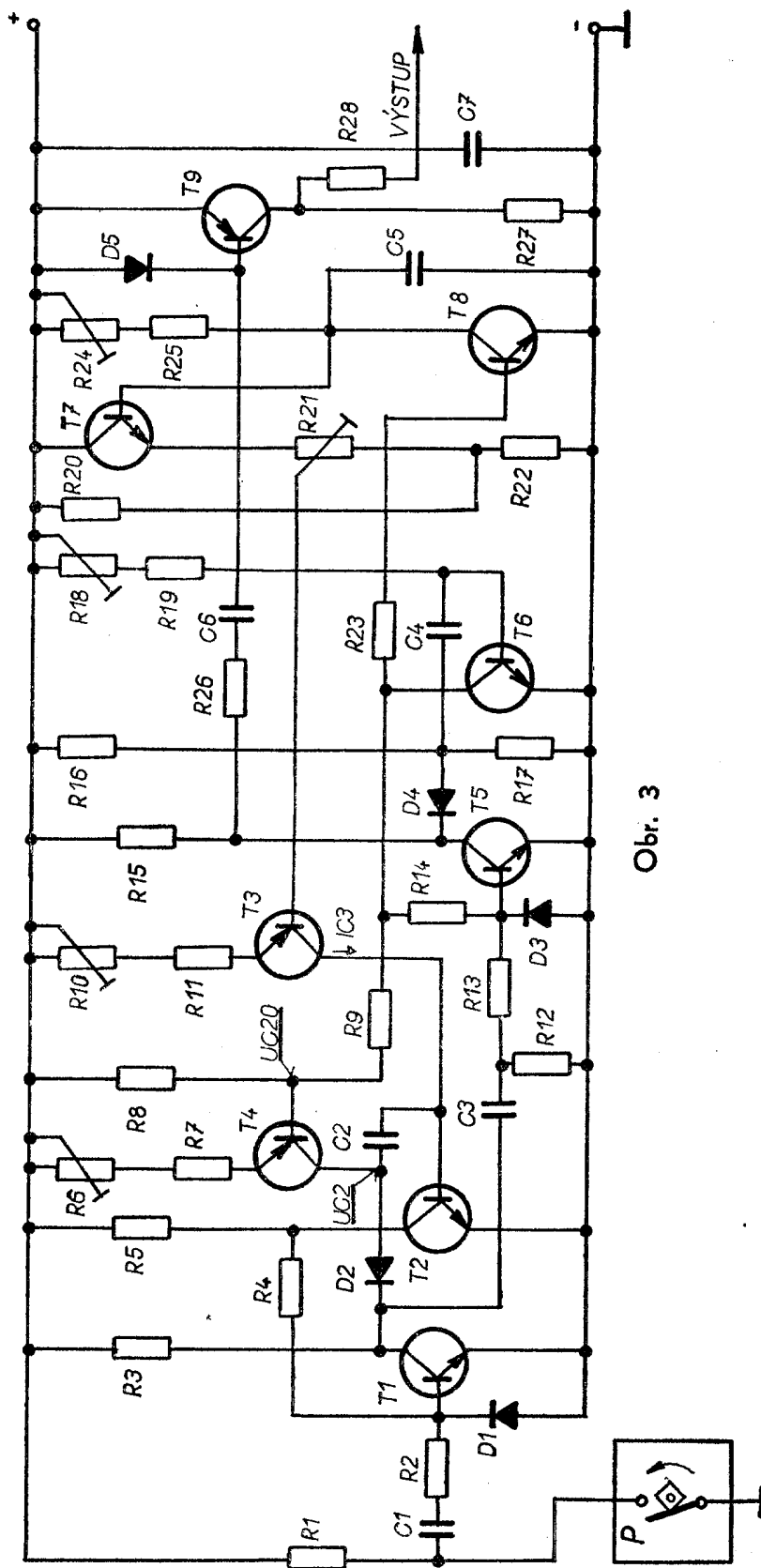
6 listů výkresů



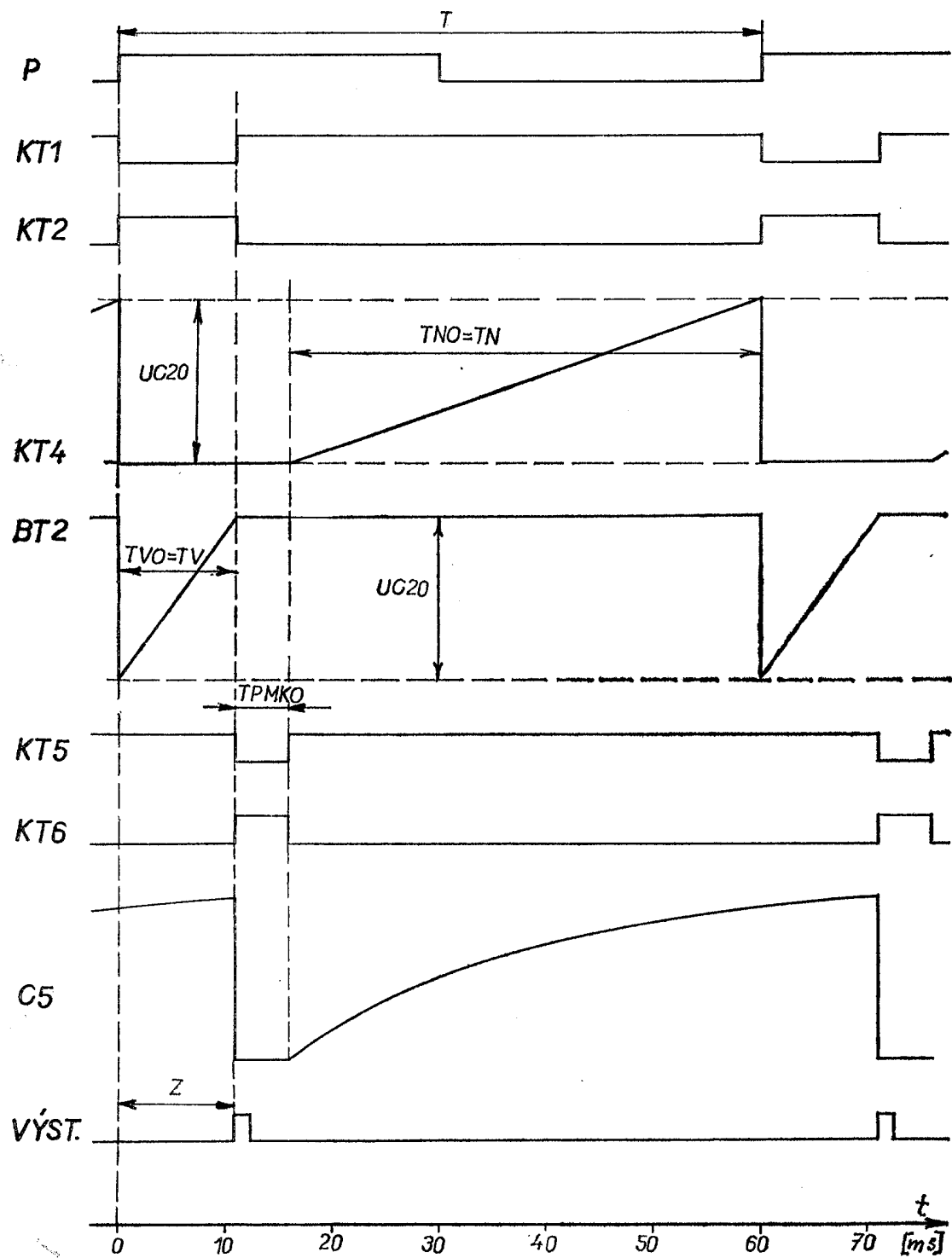
Obr. 1



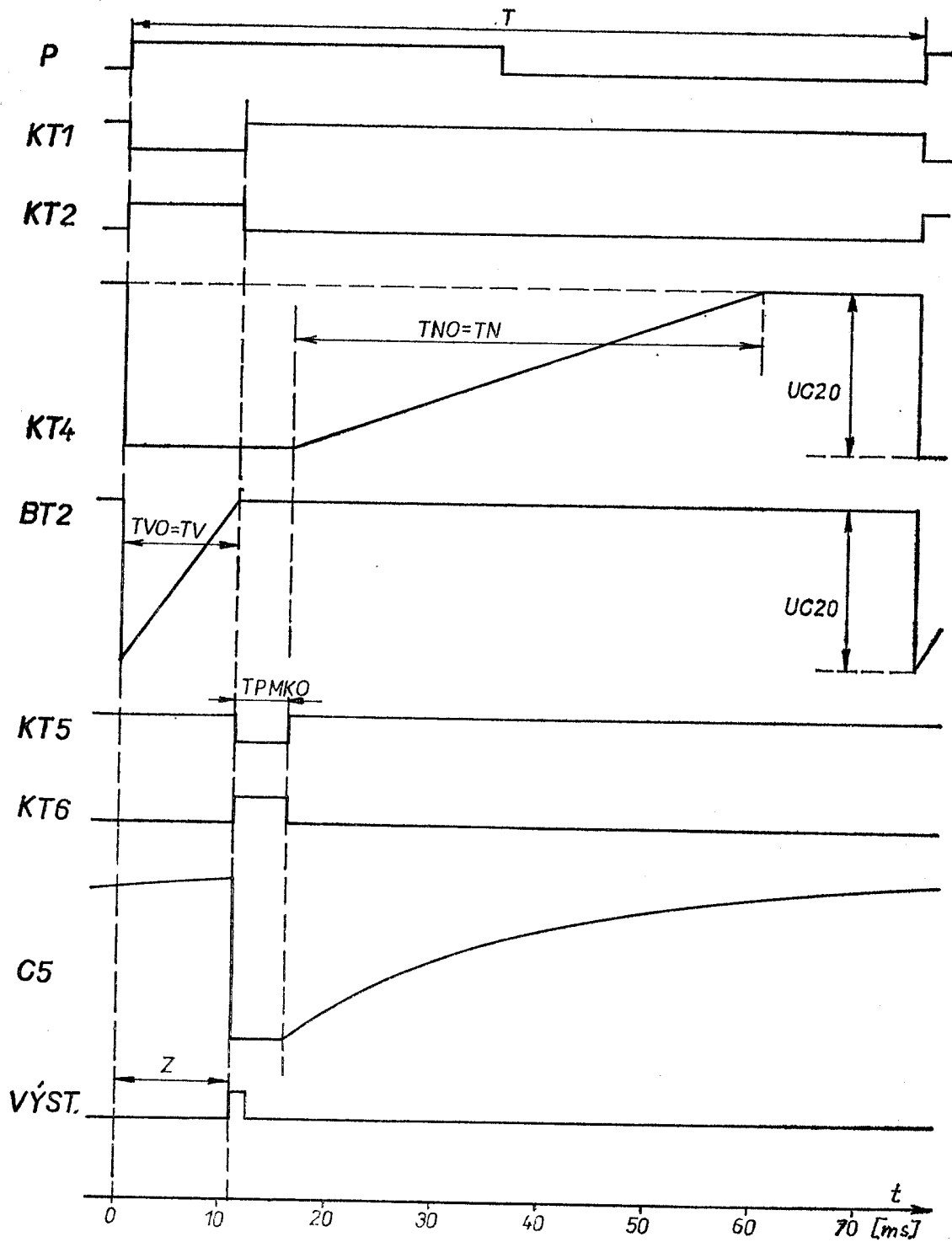
Obr. 2



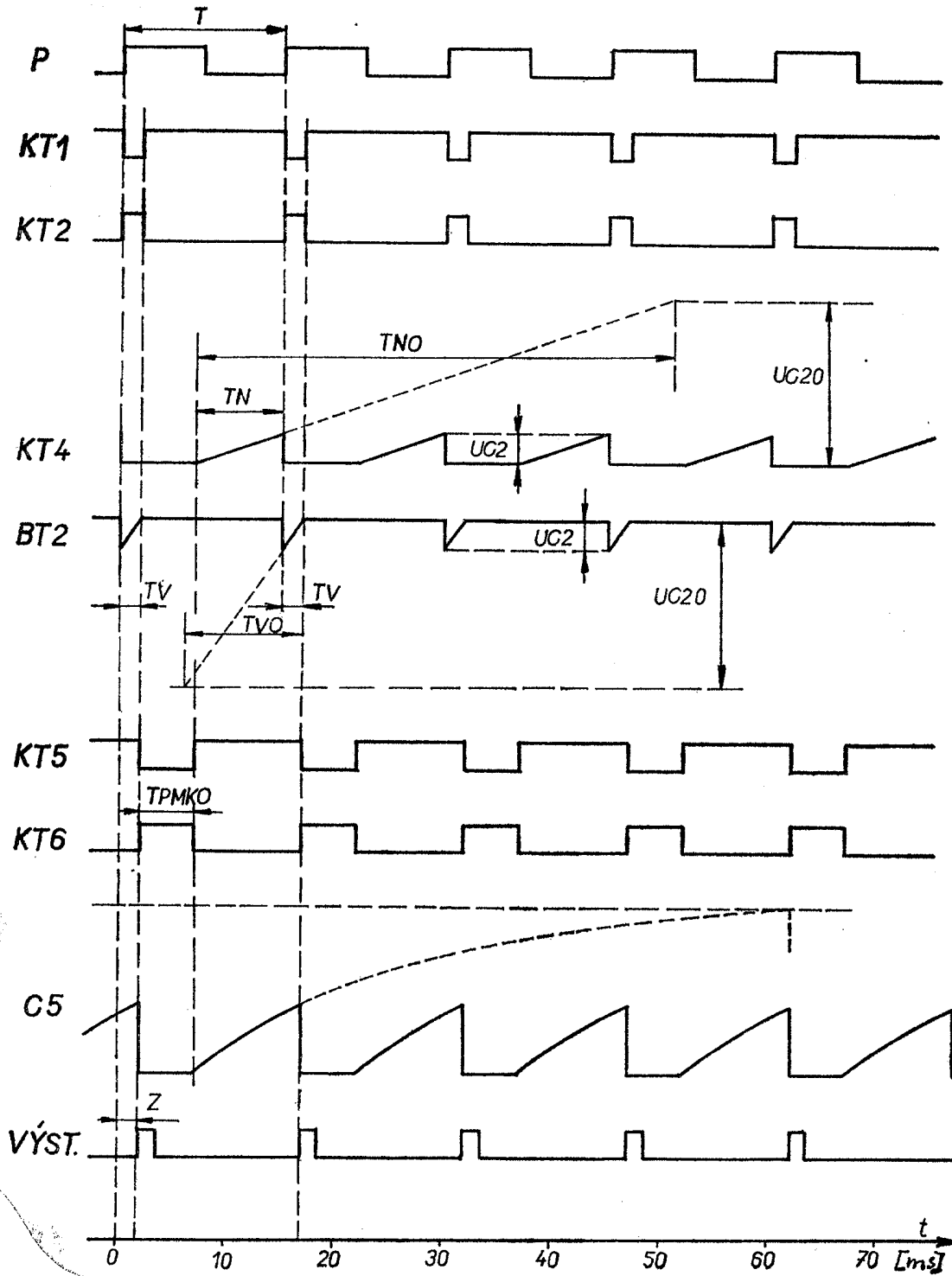
Obr. 3



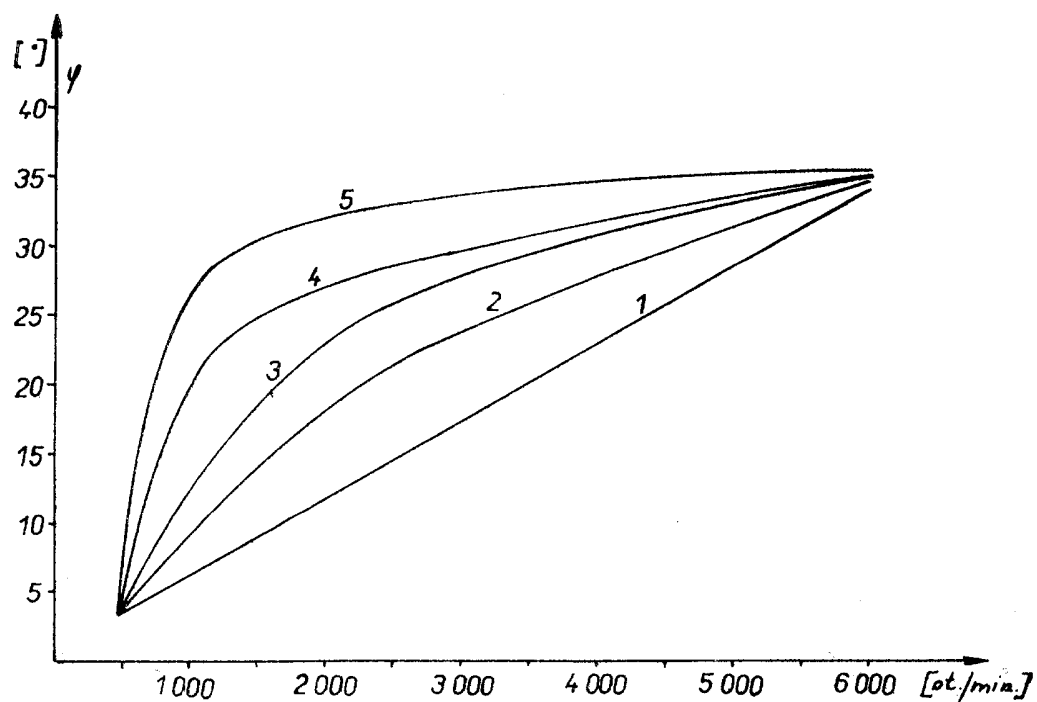
Obr. 4



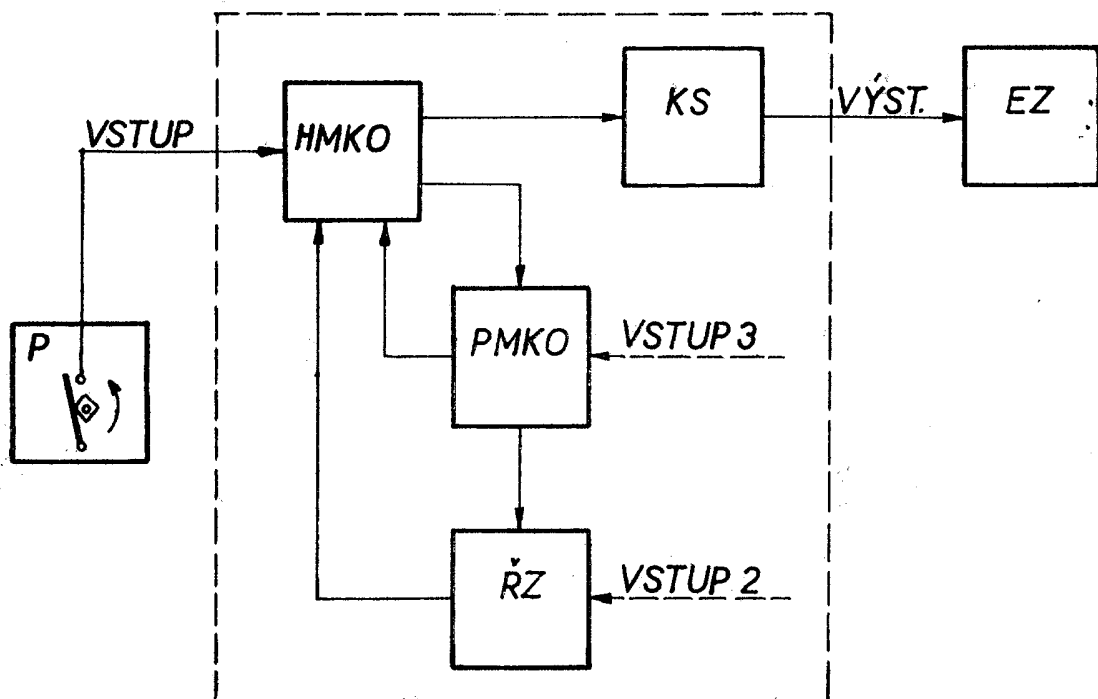
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8