Rozvetvené regulačné obvody

- majú jednu hlavnú regulovanú veličinu ⇒ jednoparametrové regulačné obvody , ale signálne cesty na strane regulátora alebo regulačnej sústavy sa vetvia tak , že vznikajú ďalšie uzavreté regulačné slučky (netýka sa to ale napr. Vetiev P,I,D v regulátore PID .

Obvody s viac vstupmi do regulátora

- pre zlepšenie akosti regulácie
- zvýšenie stability , zmenšenie trvalej reg. odchýlky , urýchlenie odstránenia vplyvu poruchy a pod. (spätnoväzobné reg. teploty v byte s pomocnou veličinou – teplota okolia .)

Obvody s viac výstupmi z regulátora

- pre zlepšenie vlastností regulácie v prípadoch , že výhodná akčná veličina má napr. malý rozsah alebo ... paralelný chod regulátorov regulujú jednu spoločnú veličinu každý svojim vlastným reg. orgánom .

Paralelný chod regulátorov a reg. orgánov

- pomocou viac reg. orgánov je treba regulovať jedinú veličinu

Niekoľkoparametrová regulácia

- viac regulátorov na jednej reg. sústave – každý reguluje svoju regulovanú veličinu podľa vlastnej žiadanej hodnoty . Aspoň jeden akčné veličiny ovplyvňuje viac ako jednu regulovanú veličinu

Invariantná regulácia

- zaistenie nezávislosti hodnôt regulovanej veličiny na vstupujúcej poruche

Autonómnosť

- vzájomná nezávislosť reg. obvodov
- v nelineárnych sústavách je to autonómna sústava

Diskrétne lineárne systémy

Diskrétne systémy regulácie sa uplatňujú v praxi predovšetkým od tej doby , keď v regulačnom obvode je časť zberu alebo spracovania informácie realizovaná diskrétne pracujúcim zariadením . Z toho pohľadu *diskrétny regulačný obvod je taký obvod , v ktorom aspoň jedna veličina má tvar postupnosti diskrétnych hodnôt* . Zatiaľ čo *spojitá veličina* , fyzikálne reprezentovaná spojitým signálom , je takou funkciou času , ktorá v každom časovom okamihu

$$t \in < t_0, t_z > \subset R_1$$

môže nadobúdať ľubovoľnú hodnotu

$$y = y(t) \in < y_0, y_m > \subset R_1$$

diskrétny signál je postupnosť hodnôt (funkcia diskrétneho argumentu) , ktorá pre daný časový okamih

$$t_k \in < t_0, t_z > \subset R_1, k = 0,1,2,...$$

môže nadobúdať ľubovoľnú hodnotu

$$y = y(t_k) \in < y_0, y_m > \subset R_1$$

V súvislosti s použitím analógovo – číslicových a číslicovo – analógových prevodníkov v regulačných obvodoch s číslicovým počítačom sa v takýchto diskrétnych systémoch regulácie vyskytujú *kvantové diskrétne signály* , reprezentované postupnosťou hodnôt , ktorá pre daný časový okamih

$$t_k \in < t_0, t_z > \subset R_1, k = 0,1,2,...$$

môže nadobúdať hodnotu

$$y = y_h(t_k) \in < y_0, y_m > \subset R_1, h = 1,2,...,n$$

z konečnej množiny funkčných hodnôt . Zatiaľ čo z hľadiska praktickej aplikácie *sa predpokladá zanedbateľný vplyv efektu kvantovania na dynamické deje v systéme , skutočnosť , že hodnoty signálu sa menia len v diskrétnych časových okamihoch podstatne mení dynamiku systému , vyžaduje osobitné metódy analýzy a syntézy ,* o ktorých bude pojednávané inde .

Podľa druhu signálov , ktoré sa na vstupe , výstupe resp. v samotnom systéme vyskytujú , *možno sústavy rozdeliť na :*

a) *spojité* , u ktorých vstupné , výstupné a všetky vnútorné (stavové) veličiny sú spojitými signálmi
b) *diskrétne ,* ktoré majú vstupné , výstupné a stavové veličiny vyjadrené v tvare diskrétnych signálov
c) *vzorkované ,* ktorých vnútorné premenné sú spojitými signálmi , zatiaľ čo vstupné a (alebo) výstupné premenné sú diskrétnymi signálmi

Matematický popis spojitých sústav v časovej oblasti je najčastejšie v tvare *diferenciálnych rovníc* a pre lineárne časovo invariantné systémy možno použiť transformačné metódy založené na Laplaceovej , resp. Fourierovej transformácii . Dynamika *diskrétnych sústav* je naproti tomu popísaná *diferenčnými rovnicami* . Tu podobne pre lineárne diskrétne sústavy možno využiť transformačné metódy , ktoré uľahčujú analýzu a syntézu takýchto sústav . Príslušný matematický aparát sa zjednodušuje za predpokladu , že diskrétne časové okamihy sú ekvidištančné , t.j. keď

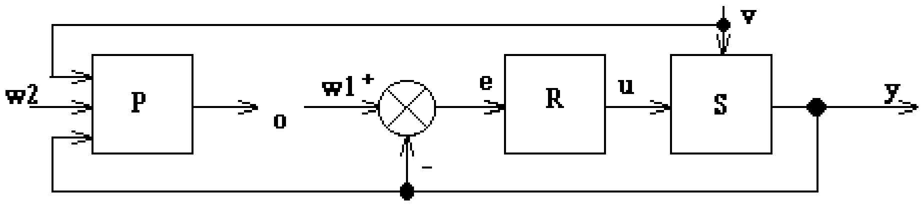
$$t_{k+1} - t_k = T : k = 1,2,...$$

kde T je taktovacia perióda (perióda vzorkovania , takt)

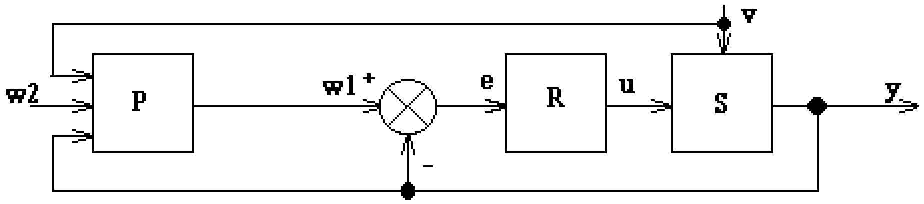
Je obvyklou predstavou , že diskrétny regulačný obvod využíva pre výpočet akčnej veličiny číslicový počítač . Existujú však diskrétne obvody , ktoré nevyužívajú číslicový počítač (impulzná regulácia) .

V prípadoch , keď sa pre riadenie číslicový počítač využíva , spravidla sa rozlišujú tieto tri prípady riadenia :

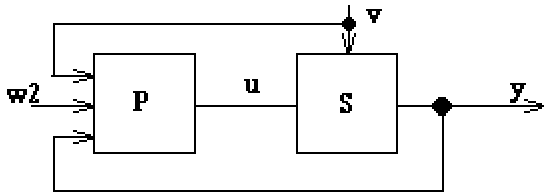
a) **nepriame nespriahnuté** s otvoreným obvodom vzhľadom na pripojenie počítača



b) **neprime spriahnuté** s uzavretým obvodom vzhľadom na pripojenie počítača , kde však počítač len generuje žiadané hodnoty pre analógový regulátor



c) **priame** , u ktorého počítač vykonáva funkciu regulátora



Diskrétny lineárny regulačný obvod môže pozostávať zo spojite pracujúcich členov , vzorkovacích členov , tvarovacích členov , analógovo číslicových prevodníkov , resp. z pamäťových členov , diskrétny člen .

Vzorkovací člen vzorkuje vo vopred stanovených časových okamihoch vstupný spojitý signál, pričom jeho výstupným signálom je postupnosť impulzov šírky δ zanedbateľnej voči perióde vzorkovania , ktorých amplitúda je úmerná hodnotám vstupného signálu v okamžikoch vzorkovania .

Tvarovací člen tvaruje každý vstupný impulz šírky δ a amplitúdy v_K na signál trvajúci jednu periódu vzorkovania . Tento výstupný signál tvarovača je definovaný ako funkcia amplitúdy vstupného signálu v_K a podľa definovanej funkcie sa rozlišujú tvarovacie členy s amplitúdovou , šírkovou a frekvenčnou moduláciou .

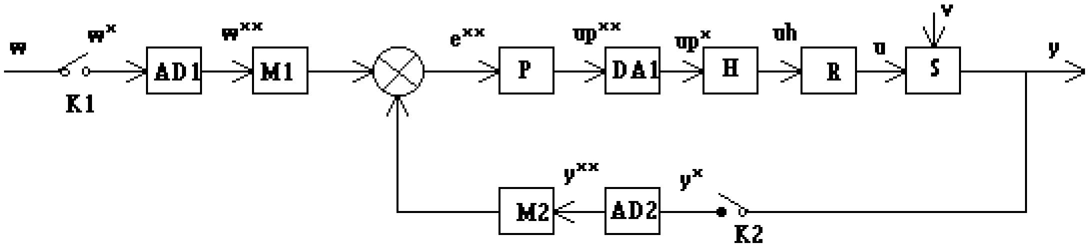
Pri amplitúdovej modulácii je výstupom tvarovacieho člena spravidla schodová (stupňová) funkcia , pozostávajúca z obdĺžnikových impulzov šírky T a amplitúdy $h_K = a.v_K$, kde a je konštanta úmernosti a používa sa v prípadoch , kedy tvarovaný signál pôsobí ďalej na člen , ktorého výstup je úmerný vstupu .

Výstupom tvarovacieho člena pri šírkovo – impulznej modulácii je postupnosť impulzov konštantnej amplitúdy h , ktorých šírka sa mení v závislosti na v_K podľa vzťahu $q=b.v_K$, kde b je konštanta úmernosti a $q \le T$. Používa sa v impulzných systémoch , kde nasledujúci člen je napr. člen integračného charakteru s pôsobením len po dobu q jednej periódy T .

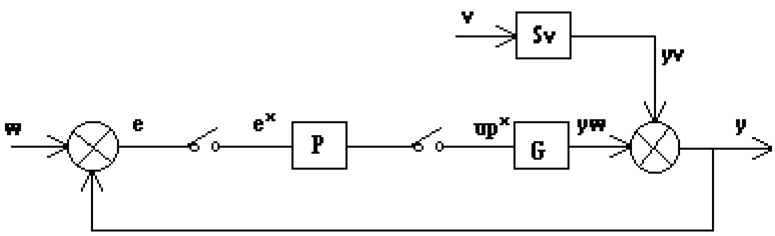
Pri frekvenčnej modulácii je amplitúda i šírka výstupných impulzov konštantná , avšak v rámci jednej periódy T je vysielaná postupnosť impulzov , ktorých frekvencia je priamo – úmerná amplitúde v_K . Ako nasledujúci člen sa predpokladá krokový motor .

Diskrétny člen predstavuje spravidla regulátor označovaný ako diskrétny korekčný člen , resp. číslicový korekčný člen .

Analógovo – číslicový prevodník transformuje vstupnú postupnosť impulzov napr. vzorkovacieho člena na postupnosť číselných hodnôt zobrazených v normovanom dvojkovom kóde .



základná bloková schéma



zjednodušená bloková schéma

Číslicovo – analógový prevodník transformuje postupnosť číselných hodnôt na postupnosť impulzov pre tvarovací člen .

Pamäťový člen zaznamenáva vstupujúcu číselnú postupnosť a riaditeľným spôsobom túto sprístupňuje v požadovanom čase .

Principiálne základná schéma zapojenia číslicového počítača pre priame číslicové riadenie je na obr. hore . Do obvodu vstupuje riadiaca veličina w(t) a poruchová veličina v(t) výstupnou veličinou je y(t) . Riadiaca veličina w(t) a regulovaná (výstupná) veličina y(t) sú vzorkované vzorkovacími členmi K1 a K2 , postupnosť vzoriek w*(t) a y*(t) sa prevádza analógovo – číslicovými prevodníkmi AD1 , AD2 na postupnosť číselných hodnôt w**(t) a y**(t) , ktoré sa zapisujú do pamäti M1 a resp. M2 . Regulačná odchýlka e**(t) sa v číslicovom korekčnom člene P transformuje na postupnosť číselných hodnôt akčnej veličiny up**(t) , na základe ktorej sa v číslicovo – analógovom prevodníku DA1 vytvára postupnosť impulzov up*(t) . Z postupnosti impulzov up*(t) sa v tvarovacom člene H vytvára akčná veličina uh(t) vstupujúca do regulačného člena R , ktorého výstupom je akčná veličina u(t) pôsobiaca na sústavu S .

Pre účely analýzy a syntézy diskrétnych obvodov možno vystačiť s jednoduchšou blokovou schémou , ktorá je znázornená na obr. pod prvým . Diskrétne pracujúca časť obvodu P je oddelená od spojite pracujúcej časti „ideálnym“ vzorkovacím členom , znázorneným v tvare kontaktu , zostávajúce členy sú nahradené jedným členom G a súčtový člen vyjadrujúci regulačnú odchýlku bol z diskrétnej časti premiestnený do spojitej . Toto podstatné zjednodušeje blokovú schému a uľahčuje matematický popis obvodu . Osamostatnený bol prenos poruchy Sv .

V ďalšom sa predpokladá , že vstup a výstup z číslicového korekčného člena sa realizujú v tom istom časovom okamihu , čo pri dostatočnej rýchlosti počítača a príslušných DA a AD prevodníkov možno splniť s vyhovujúcou presnosťou .

Regulačné obvody so vzorkovaním

Pre popis jednotlivých častí diskrétnych lineárnych jednoparametrových regulačných obvodov je potrebné vytvoriť ich matematický model a aparát umožňujúci využívať tieto modely pri analýze a syntéze regulačného obvodu .

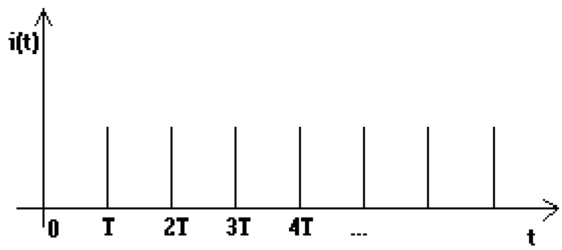
Vzorkovací člen

Za predpokladu , že kontakt reprezentujúci ideálny vzorkovací člen je spínaný periodicky s konštantnou periódou T , doba zapnutia δ je zanedbateľná voči perióde vzorkovania T a na vstupe vzorkovača pôsobí vstupný signál x(t) , potom na výstupe vzorkovača sa získa diskrétna funkcia x*(t), pre ktorú platí

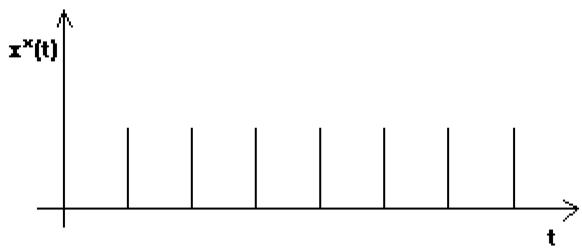
$$x^*(t) = x(t).i(t)\text{.........................}(1)$$

Funkcia i(t) má hodnotu jedna v časových okamžikoch $t_K = kT$, t.j. je otvorená postupnosťou Diracových impulzov s jednotkovou amplitúdou (nasled. obr.)

spojitá funkcia x(t)



nosná funkcia i(t)



vzorkovaná funkcia x*(t)

Pre periódu vzorkovania T je frekvencia vzorkovania

$$\Omega = \frac{2\pi}{T}$$

Jednou z význačných vlastností obvodu vzorkovania je frekvenčné spektrum , ktoré slúži ako dôležité hľadisko pri voľbe periódy vzorkovania . Ak sa funkcia i(t)

$$i(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - kT) \text{..........................}(2)$$

aproximuje Fourierovým radom

$$i(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_m e^{-jm\Omega T} \text{.......................}(3)$$

potom koeficienty radu budú

$$c_m = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} i(t) e^{-jm\Omega T} dt = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \delta(O.T) r^{-jm\Omega T} dt = \frac{1}{T} \text{................}(4)$$

a po dosadení do (3) možno vzťah (1) upraviť na tvar

$$x*(t) = \frac{1}{T} x(t) \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_m e^{jm\Omega T}$$