

PLC s OP – Regulace otáček motoru

Navrhněte program pro spojitou regulaci otáček malého ss elektromotorku. Regulační obvod ovládejte pomocí operátorského panelu (dále jen OP). Ovládání musí umožnit číselné zadání hodnoty otáček, jejich změnu po krocích a také zapnutí a vypnutí celé regulace. Analogový výstup pro ovládání motorku bude nahrazen funkcí PWM na binárním výstupu %Q2.0. Při řešení použijte jazyk GRAFCET.

Na laboratorní cvičení si přineste všechny dostupné zdroje informací. Především:

- návod k programu XBTL-1000,
- návod k jazyku Grafcet,
- návod k programu PL7-Junior,
- tyto pokyny k úloze,
- skripta Automatizace pro 3. a 4. ročník.

Ve zprávě uveďte:

- konfiguraci OP – typ OP *{Type}* a tabulku dialogu *{Dialog table}*,
- stránky OP *{Page}*, pro číselná pole uveďte název registru,
- konfiguraci PLC – typ PLC a jeho osazené moduly,
- konfiguraci analogového modulu PLC (analogové vstupy a výstupy),
- tabulku významu použitých proměnných PLC i OP,
- situační schéma regulačního obvodu – schéma pracoviště (seznam vybavení),
- výpis programu v Grafketu s komentáři,
- výpisy LD s komentáři jednotlivých linií všech kroků a přechodů Grafketu (s označením bloků a přechodů). Ve výpisu programu musí být uvedeno nastavení všech použitých funkčních bloků (typ a čas časovačů, nastavení čítačů, konfigurace cyklických řadičů atd.),
- naměřenou přechodovou charakteristiku systému (motorku),
- naměřený regulační pochod (originální, kritický, optimální),
- závěr: vyhodnoťte, posuďte kvalitu získané regulace (rychlost, přesnost).

Pokyny:

- vyberte správný typ OP, který je uveden na štítku na zadní stěně OP v menu *{Type}*,
- nakonfigurujte OP (4 základní funkce panelu) v menu *{Dialog table}*:
 - funkční klávesy (*Function Keys*),
 - číselné klávesy (*Numeric Keys*),
 - zobrazení stránek OP (*page to be processed*),
 - příkazy pro LED (*LEDs Commands*),
- naprogramujte stránky OP v menu *{Page}* a podle potřeby definujte pole pro zobrazení čísel nebo textu (číslo registru %MWx, zobrazení decimální, délka číselného pole 5 znaků),
- na OP zobrazujte režim, žádané a naměřené otáčky, případně význam ovládacích kláves,
- nakonfigurujte správný typ PLC a všechny jeho přídatné moduly podle skutečného osazení PLC (binární I/O, analogové I/O),
- v modulu analogových vstupů nakonfigurujte kanál vstupního analogového signálu: otáčky jsou měřeny pomocí tachogenerátoru, který je připojen na analogový vstup %IW3.0, citlivost tachogenerátoru je **2 V/1000 ot/min.**, hodnota je měřena **v jednotkách mV**, maximální otáčky motorku při plném napájecím napětí (cca 24 V) jsou cca 3000 ot/min, reálný rozsah napětí tachogenerátoru je **od 0 V do 6 V**,
→ **kanál 0, range 0÷10 V, filtr 1**
- vytvořte diagram Grafketu – měl by obsahovat alespoň tyto kroky:
 0. krok Grafketu (inicializační) – pro stav „vypnuto“,
 1. krok Grafketu – pro stav „manuální ovládání“ (ruční nastavení hodnoty výstupu bez regulace),
 2. krok Grafketu – pro stav „regulace“,

- přechody Grafsetu řešte pomocí Fn nebo Numn kláves (%MW100:Xn-1 nebo %MW101:Xn),
- v bloku pro regulaci naprogramujte vzorkovač (blikač) a zvolte vhodnou periodu vzorkování (v rozsahu 10^{-1} až 10^1 s),
- přiřaďte paměťové registry %MWx pro:
 - a) řídicí veličinu $W_{(k)}$ zadávanou z panelu,
k zadání číselné hodnoty otáček se použijí číselné klávesy (pro zadání čísla stisk klávesy *MOD*, u více polí na jedné stránce *OP* více krát, kdy se v požadovaném poli zobrazovaného čísla rozblíká kurzor, zadá se číslo a zadání se ukončí klávesou *ENTER*),
 - b) regulovanou veličinu $Y_{(k)}$, která se vypočítá z analogové vstupní hodnoty,
(v registru %IW3.0 je uložena v rozsahu 0 až 10000 = 0 až 10 000 mV) a údaje citlivosti tachogenerátoru (je uveden na jeho štítku) → vztah $n = U_{tachogen} / 2$ [ot/min; mV],
 - c) regulační odchylku $E_{(k)} = W_{(k)} - Y_{(k)}$ a případně předchozí odchylky $E_{(k-1)}$ a $E_{(k-2)}$,
 - d) akční veličinu $U_{(k)} = f(E) + U_{(k-1)}$ (analogová výstupní hodnota),
 - e) předchozí akční veličinu $U_{(k-1)}$,
- pro regulaci použijte diferenční rovnici některého z diskrétních regulátorů P, I, PI, PD, PID,
upozornění: hodnoty konstant regulátoru (r_0 , r_{-1} a jiné) musí být vyjádřeny pomocí celočíselných zlomků s mezivýsledky jednotlivých operací nepřekračující rozsah $\pm 2^{15}$ tj. ± 32767 jinak dojde k numerickým chybám (přetečení a podtečení hodnoty v registru), které znemožní regulaci, výsledná hodnota akční veličiny $U_{(k)}$ musí ležet v pracovním rozsahu funkce PWM, který je 0 až 10000, hodnoty mimo tento rozsah nejsou účinné,
- pro optimální nastavení konstant regulace použijte Ziegler-Nicholsovu metodu,
- pomocí osciloskopu změřte přechodovou charakteristiku motorku a regulační pochod
(pro start měření osciloskopem naprogramujte výstupní signál %Q2.10 jako synchronizační),
- výstup akční veličiny $U_{(k)}$ je definován ve funkci PWM,
- zadání funkce PWM je možné některým z postupů:
 - a) vložit blok *OPERATE*, vyvolat nabídku funkcí stiskem *Shift+F8*, nebo kliknutím na příslušné tlačítko nástrojové lišty, nebo v menu *Tools* → *Library*. V této nabídce nalistovat ve sloupci *Family* položku *Process Control*. Ve sloupci *Name* vybrat funkci PWM. Ve spodním oknu vyplnit parametry (*Parameters of the PROCEDURE*) v sloupci *Entry field*.
 - b) zapsat funkci přímo do bloku *OPERATE*, příklad: **PWM(%MW1, %Q2.0, %MW50:5)**,
kde %MW1 je registr, který obsahuje hodnotu PWM, %Q2.0 je výstupní signál a %MW50:5 je 5 vyhrazených registrů %MW50, %MW51, %MW52, %MW53 a %MW54 pro práci funkce PWM (nesmí být jinde použity).

UPOZORNĚNÍ – funkce PWM musí být samotná v jednoduché nerozvětvené linii (linie bez paralelních větví jak na začátku, tak na konci linie), jinak nepracuje plynule!