

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 %Q2.10. 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 Grafcet s komentáři,
- výpisy LD s komentáři jednotlivých linií všech kroků a přechodů Grafcet (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 přídavné 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 Grafcet – měl by obsahovat alespoň tyto kroky:
 0. krok Grafcet (inicializační) – pro stav „vypnuto“,
 1. krok Grafcet – pro stav „manuální ovládání“ (ruční nastavení hodnoty výstupu bez regulace),
 2. krok Grafcet – pro stav „regulace“,

- přechody Grafacetu řešte pomocí funkčních F(i) nebo numerických Num(i) kláves podle typu operátorského panelu (nejčastěji %MW100:Xi-1 nebo %MW101:Xi),
Poznámka: funkční klávesy jsou číslovány od 1, ale uloženy od bitu 0 (F1 je uložena v bitu X0), a numerické jsou číslovány od 0 a uloženy také od bitu 0.
 - v bloku pro regulaci naprogramujte vzorkovač (blikač) a zvolte vhodnou periodu vzorkování (v rozsahu 10^{-1} až 10^1 s),
 - přiřaďte paměťové registry %MW_x 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 diskretních 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 %Q2.11 jako synchronizační tj. zapnutí tohoto signálu na začátku měření odstartuje záznam na osciloskopu),
 - 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, %Q2.10, %MW50:5), kde %MW1 je registr, který obsahuje hodnotu PWM, %Q2.0 je výstupní signál a %MW50:5 je 5 vyhrazených registrů od adresy 50 (tj. registry %MW50 až 54) nutných 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!