

## PLC s OP – Regulace osvětlení

Navrhněte program pro spojitou regulaci osvětlení s lampičkou. Snímač světla kalibrujte pomocí luxmetru. Regulační obvod ovládejte z operátorského panelu (dále jen OP). Ovládání musí umožnit zapnutí a vypnutí celé regulace. Signál fotosnímače je připojen na vstupní analogový kanál 3 s rozsahem 0 až 10 V, signál akční veličiny je generován na výstupním analogovém kanálu 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.),
- kalibrovanou hodnotu snímače na požadovanou hodnotu regulované veličiny nebo pásma,
- naměřenou přechodovou charakteristiku systému (lampičky),
- naměřený regulační pochod (originální, kritický, optimální),
- závěr: vyhodnořte, 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 hodnoty osvětlení a 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: napětí z fotosnímače je připojeno na vstup  $\%IW3.3$  a je v rozsahu  $0\div 10\ V$ ,  
→ **kanál 3, range  $0\div 10\ V$ , filtr 1**
- v modulu analogových výstupů nakonfigurujte kanál výstupního analogového signálu: ovládací jednotka lampičky je připojena na výstup  $\%QW4.0$  a ovládá se signálem  $4\div 20\ mA$ ,  
→ **kanál 0, range  $4\div 20\ mA$**
- vytvořte diagram Grafketu – měl by obsahovat alespoň tyto kroky:
  0. krok Grafketu (inicializační) – pro stav „vypnuto“,

1. krok Grafsetu – pro stav „regulace“ (regulace osvětlení na kalibrovanou hodnotu fotoděliče),
  2. krok Grafsetu – pro stav „manuální ovládání“ (ruční zapnutí/vypnutí osvětlení bez regulace),
  3. krok Grafsetu – pro stav „kalibrace“ (ovládání výstupu a současné zobrazení vstupu na OP).
- přechody Grafsetu řešte F(i) nebo Num(i) klávesami OP (%MW100:Xi-1 nebo %MW101:Xi),
  - **kalibrace** = zjištění hodnoty signálu snímače při požadované hodnotě. Při kalibraci pomocí tlačítek ovládejte hodnotu (ručně ovládané zvětšování, zmenšování) analogového výstupu pro řízení lampy (%QW4.0) a současně sledujte na OP hodnotu napětí z fotosnímače (%IW3.3). Při dosažení žádané úrovně osvětlení na luxmetru, na OP odečtete příslušnou hodnotu analogového vstupu = napětí fotosnímače, která odpovídá požadované hodnotě  $W_{(k)}$  pro regulaci,
  - **linearizace** kalibrované hodnoty pomocí rovnice přímky  $I = k \cdot U + q$  [lx;V,-]
    - a) pro jednu pracovní hodnotu (a její blízké okolí) se linearizuje v pracovním bodě z analogového vstupu  $k = I(\text{zadané}) / U(\text{naměřené})$  [lx/V; lx, V] a  $q = 0$ . (pozor: „I“ je intenzita osvětlení měřená luxmetrem. U je napětí tvořené fotosnímačem),
    - b) pro linearizaci v pracovním pásmu se musí určit krajní body pásma (např. rozsah od 900 do 1100 lx) ve kterém je  $k = (I_2 - I_1) / (U_2 - U_1)$ ; a  $q = I_1 - k \cdot U_1$ .
  - **upozornění:** hodnoty konstant  $k$  a  $q$  musí být vyjádřeny pomocí celočíselných zlomků s mezivýsledky jednotlivých operací nepřekračující rozsah  $\pm 2^{15}$  tj.  $\pm 32767$  jinak dojde k numerickým chybám (přetečení a podtečení hodnoty v registru),
  - 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) nelinearizovanou řídicí veličinu  $W_{(k)}$  zjištěnou při kalibraci,
    - b) linearizovanou řídicí veličinu  $W_{(k)}$  zadávanou na OP v luxech,
    - c) nelinearizovanou regulovanou veličinu  $Y_{(k)}$  (měřenou analogovou vstupní hodnotu),
    - d) linearizovanou regulovanou veličinu  $Y_{(k)}$  v luxech (počítanou z analogové vstupní hodnoty),
    - e) regulační odchylku  $E_{(k)} = W_{(k)} - Y_{(k)}$  a případně předchozí odchylky  $E_{(k-1)}$  a  $E_{(k-2)}$ ,
    - f) akční veličinu  $U_{(k)} = f(E) + U_{(k-1)}$  (analogová výstupní hodnota),
    - g) předchozí akční veličinu  $U_{(k-1)}$ ,
  - v první etapě programování regulace použijte pro regulaci i pro zobrazení nelinearizované veličiny, až po odlazení regulace, v druhé etapě, zobrazujte linearizované hodnoty (v luxech),
  - 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.  $\pm 32767$  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 analogového výstupu, který je 0 až 10000, hodnoty mimo tento rozsah nejsou účinné,
  - pro optimální nastavení konstant regulace použijte Ziegler-Nicholovu metodu,
  - pomocí osciloskopu změřte přechodovou charakteristiku systému a regulační pochod (pro start měření osciloskopem naprogramujte výstupní signál %Q2.0 jako synchronizační, tj. zapnutí tohoto signálu na začátku měření odstartuje záznam na osciloskopu).