

PLC s OP – Regulace rychlosti proudění vzduchu

Navrhněte program pro spojitou regulaci rychlosti proudění vzduchu v potrubí. Snímač rychlosti proudění kalibrujte pomocí anemometru. Regulační obvod ovládejte pomocí operátorského panelu (dále jen OP). Ovládání musí umožnit číselné zadání hodnoty rychlosti, její změnu po krocích a také zapnutí a vypnutí celé regulace. Analogový výstup pro ovládání měniče 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 programů 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,
- naměřenou přechodovou charakteristiku systému (vzduchového okruhu),
- naměřený regulační pochod (originální, kritický, optimální),
- závěr: vyhodnoťte, posuďte kvalitu získané regulace (průběh a kvalitu).

Pokyny:

- vyberte správný typ OP, který je uveden na štítku na zadní stěně OP v menu *{Type}*,
- nakonfigurujte OP (3 základní funkce panelu) v menu *{Dialog table}*:
 - funkční klávesy (*Function 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: snímač rychlosti proudu je připojen na vstup *%IW3.2* a má rozsah *0÷+1 V*,
→ **kanál 1, range 0÷10 V, filtr 1**
- v modulu analogových výstupů nakonfigurujte kanál výstupního analogového signálu: měnič motoru s hnací vrtulí je připojena na výstup *%QW4.1* a ovládá se signálem *4÷20 mA*,
→ **kanál 1, range 4÷20 mA**
- vytvořte diagram Grafcet – měl by obsahovat alespoň tyto kroky:
 0. krok Grafcet (inicializační) – pro stav „vypnuto“,
 1. krok Grafcet – pro stav „kalibrace“ (ovládání výstupu a současné zobrazení vstupu na OP),
 2. krok Grafcet – pro stav „regulace“ (regulace rychlosti na konstantní hodnotu snímače),

3. krok Grafsetu – pro stav „manuální ovládání“ (změna požadované hodnoty pomocí volby),
- přechody Grafsetu řešte pomocí Fn kláves OP (%MW100:Xn-1),
Na OP zobrazte zvolený režim, měřenou hodnotu ze snímače nebo hodnotu rychlosti a případně nápovědu významu aktuálních kláves,
 - **kalibrace** = zjištění hodnoty napětí snímače, která odpovídá požadované rychlosti proudění. Při kalibraci pomocí tlačítek ovládejte hodnotu (zvětšování, zmenšování) analogového výstupu pro řízení motoru ventilátoru a současně sledujte na OP hodnotu ze snímače rychlosti. Při dosažení žádané rychlosti měřené přesným anemometrem na OP odečtěte příslušnou hodnotu napětí snímače, která odpovídá požadované hodnotě $W_{(k)}$ pro regulaci,
 - **linearizace** kalibrované hodnoty rychlosti proudění v m/s se vypočítá pomocí rovnice přímky $v = k \cdot U + q$ [m/s; V, -].
 - a) pro jednu pracovní hodnotu (a její blízké okolí) se linearizuje v pracovním bodě ve kterém $k = v(\text{zadané}) / U(\text{naměřené})$ [m/s/V; m/s, V] a $q = 0$. Kde „v“ je údaj měřený anemometrem a U je napětí měřené snímačem proudění.
 - b) Pro linearizaci v pracovním pásmu se musí určit krajní body pásma (např. rozsah od 0,3 do 0,8 m/s tj. změřit se ve dvou bodech) ve kterém je $k = (v_2 - v_1) / (U_2 - U_1)$; a $q = v_1 - k \cdot U_1$.
 - **upozornění:** hodnoty konstant k a q musí být vyjádřeny pomocí celočíselných zlomků s mezivýsledky jednotlivých operací nepřekračující rozsah $\pm 2^{15}$ tj. ± 32767 jinak dojde k numerickým chybám, (přetečení a podtečení hodnoty v registru), které znemožní regulaci,
 - 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 $W_{(k)}$ volenou na OP v m/s,
 - c) nelinearizovanou regulovanou veličinu $Y_{(k)}$ (měřenou analogovou vstupní hodnotu),
 - d) linearizovanou regulovanou veličinu $Y_{(k)}$ v m/s (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 m/s),
 - 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 analogového výstupu, 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 systému a regulační pochod (pro start měření osciloskopem naprogramujte výstupní signál %Q2.10 jako synchronizační, tj. zapnutí tohoto signálu na začátku měření odstartuje záznam na osciloskopu).