

Elektronik

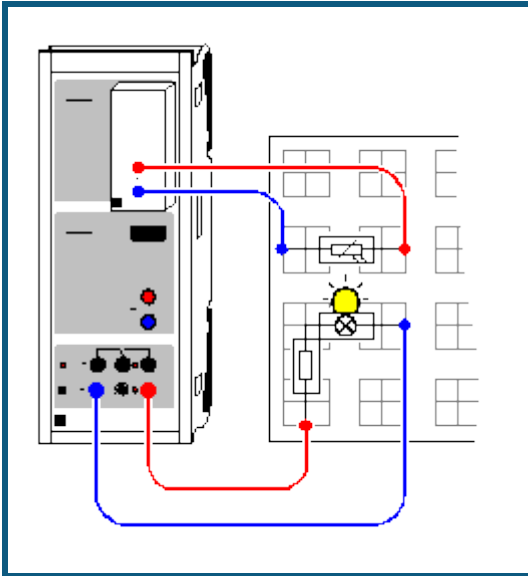
Steuern und Regeln
Regelungstechnik

Helligkeitsregelung mit CASSY

Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe
verwenden.

Helligkeitsregelung



Versuchsbeschreibung

Es wird eine Helligkeitsregelung einer Glühlampe unter veränderten Vorwiderständen realisiert. Dabei kommt ein PI-Regler zum Einsatz. Ein PI-Regler ermittelt aus dem Messwert $x = R_{A1}$ (Widerstand eines LDR) und der Führungsgröße w (Sollwert des Widerstands des LDR) die Regelabweichung $w-x$.

Zusammen mit der Grundlast y_0 ergibt sich beim PI-Regler die Stellgröße $y = y_0 + K_P \cdot (w-x) + K_I \cdot \int (w-x) \cdot dt$. Der Proportionalbeiwert K_P und Integrierbeiwert K_I können als Parameter der Regelung so optimiert werden, dass sich nach einer Störung (z. B. zusätzlicher Vorwiderstand, Änderung der Führungsgröße w oder der Grundlast y_0) möglichst rasch wieder eine Regelabweichung $w-x$ von etwa 0 einstellt.

Verwendet man nur einen P-Regler ($K_I = 0$), stellt sich eine bleibende Regelabweichung $w-x$ ein, die erst beim Einsatz eines I-Anteils verschwindet.

Benötigte Geräte



1	Sensor-CASSY	524 010 oder 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Stromquellen-Box	524 031
1	Rastersteckplatte, DIN A4	576 74
1	Schraubfassung E10, seitlich	579 05
1	Satz 10 Glühlampen 3,8 V/0,07 A	505 10
1	Kippschalter, einpolig	579 13
1	Fotowiderstand LDR05	578 02
1	STE Widerstand 10 Ω , 2 W	577 20
1	STE Widerstand 20 Ω , 2 W	577 23
1	STE Widerstand 47 Ω , 2 W	577 28
1	STE Widerstand 100 Ω , 2 W	577 32
2	Paar Kabel, 100 cm, rot und blau	501 46
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

Versuchsaufbau (siehe Skizze)

Die Spannungsquelle S versorgt über einen Schutzwiderstand von 100 Ω die Glühlampe. Die Helligkeit der Glühlampe wird durch einen lichtempfindlichen Widerstand (LDR) zusammen mit der Stromquellen-Box auf Eingang A des CASSY gemessen.

Als Störung können mit dem Kippschalter zusätzliche Vorwiderstände zugeschaltet werden. Ein geschlossener Kippschalter schließt den Vorwiderstand kurz und ein offener Kippschalter fügt den Vorwiderstand ein.

Versuchsdurchführung

- Einstellungen laden
- Potentiometer der Spannungsquelle S ganz nach rechts drehen
- Die Glühlampe leuchtet bereits, da eine Grundlast y_0 von 0,5 vorgegeben ist. Das bedeutet, dass der PWM-Ausgang S ein Tastverhältnis von 50 % liefert.
- Die Grundlast y_0 nach eigenen Wünschen verändern; dazu in den [Einstellungen \$y_0\$](#) (rechte Maustaste) den Wert des Parameters entsprechend setzen
- Als Führungsgröße w den gemessenen Widerstand eingeben; dazu den Zeiger des Anzeigeinstruments mit der Maus verschieben oder in den [Einstellungen \$w\$](#) (rechte Maustaste) den Wert des Parameters entsprechend setzen
- Regelung mit  starten und später auch wieder mit  beenden
- Während der Regelung kann eine Störung aufgeprägt werden, z. B. ein Vorwiderstand zugeschaltet oder Führungsgröße oder Grundlast verändert werden
- Zur Optimierung des Reglers können Proportionalbeiwert K_P und Integrierbeiwert K_I variiert werden; dazu in den [Einstellungen \$K_P\$ oder \$K_I\$](#) (rechte Maustaste) die Werte entsprechend setzen

Auswertung

An den aufgenommenen Kurven sieht man schön die Güte des Reglers. Die schwarze Linie entspricht der Führungsgröße w (Sollwert). Die rote Kurve entspricht der die Regelgröße x (Messwert) und sollte sich nach einer Störung schnell wieder der schwarzen Kurve annähern. Die blaue Kurve gibt die Stellgröße y wieder und entspricht daher der Lampenspannung.

Empirische Optimierung des PI-Helligkeitsreglers

Die Werte für K_P und K_I müssen negativ gewählt werden, da der Widerstandsmesswert der Sensorbox kleiner wird, je größer die Spannung an der Spannungsquelle S ist.

- K_I auf 0 setzen, K_P in sinnvollen Stufen erhöhen (z. B. um -0,1), bis Regelkreis oszilliert
- K_P wieder verringern, bis die Oszillationen abklingen. Dabei entsteht eine bleibende Regelabweichung.
- K_I in sinnvollen Stufen erhöhen (z. B. um $10 \cdot K_P$), bis wieder Oszillationen einsetzen
- K_I wieder verringern, bis die Oszillationen abklingen. Der Regler wird allerdings langsamer, je kleiner K_I wird.

Im Beispiel wurde $K_P = -0,5$ und $K_I = -5$ /s verwendet.

Automatische Variation der Führungsgröße

Die Führungsgröße w (Sollwert) kann nicht nur manuell verändert werden, sondern auch automatisch. Dazu beispielsweise in den [Einstellungen \$w\$](#) als Formel $1+0,5 \cdot \sin(360 \cdot t/20)$ eingeben. Damit wird ein sinusförmiger Widerstandsverlauf des LDR zwischen 0,5 k Ω und 1,5 k Ω mit einer Periodendauer von 20 s geregelt.