



UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA

FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ



Asist. dr. ing. Pintilie Lucian - Nicolae

Sisteme de calcul în timp real

Ședința de laborator nr. 5

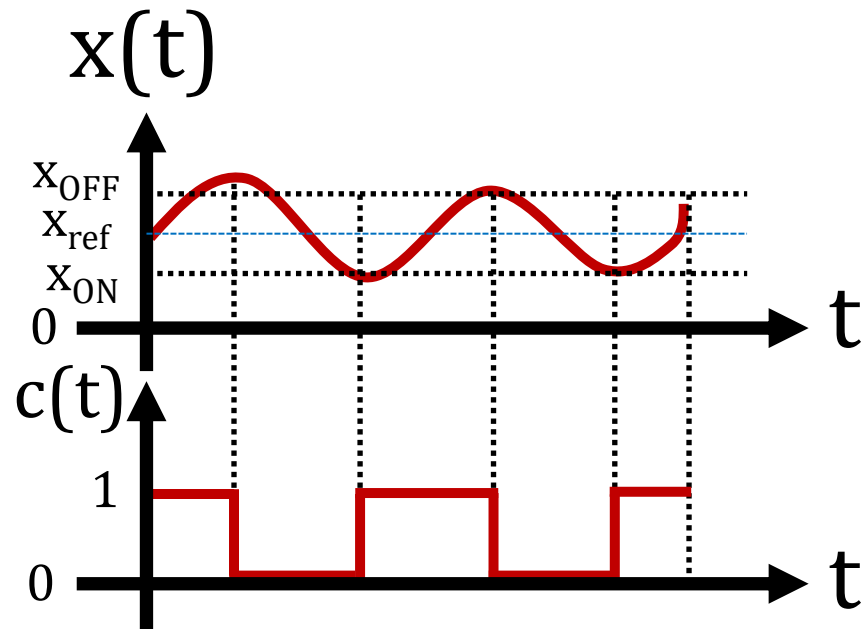
Implementarea strategiilor de control

Cuprins

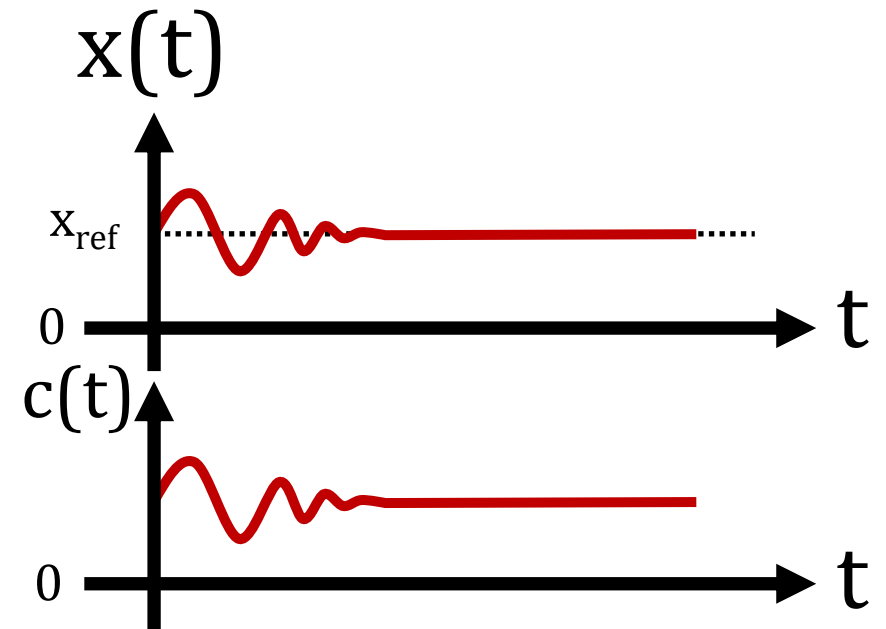
- ✓ **Principalele strategii de control utilizate în domeniul Ingineriei Electrice**
- ✓ **Exemple de aplicații practice ale strategiilor de control uzuale**
- ✓ **Mijloace fizice (eng. hardware) necesare în vederea implementării strategiilor de control**
- ✓ **Mijloace logice (eng. software) necesare în vederea implementării strategiilor de control**
- ✓ **Implementarea unor aplicații ale strategiilor de control în mediul grafic NI LabVIEW cu ajutorul platformei de dezvoltare NI MyRIO 1900**

Principalele strategii de control în domeniul Ingineriei Electrice

- ❖ În domeniul Inginerie Electrice există două categorii de strategii de control:
- ✓ Controlul mărimilor pe baza fenomenului de „histerezis”
- ✓ **Controlul mărimilor pe bază de regulator „proporțional - integrator”**



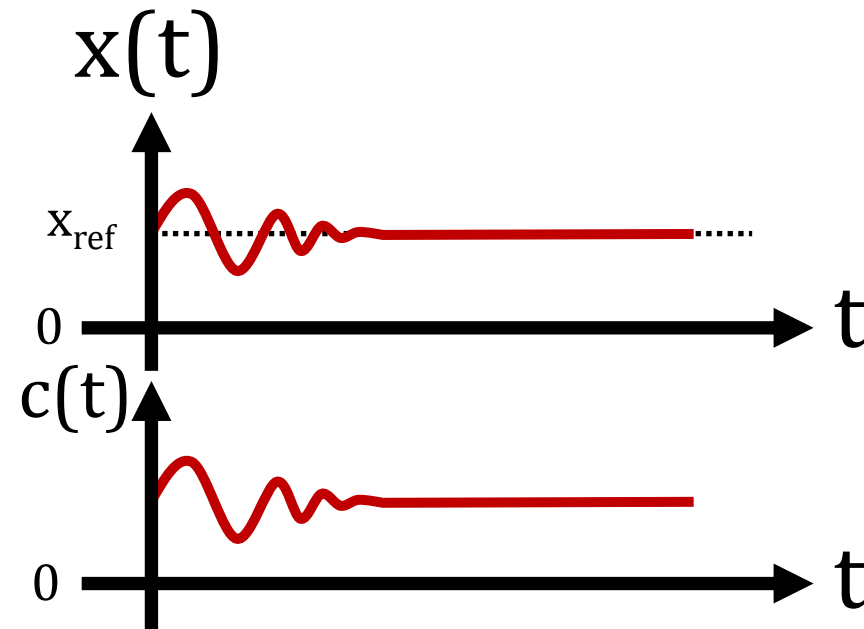
Histerezis



Regulator „P. I.D.”

Principalele strategii de control în domeniul Ingineriei Electrice

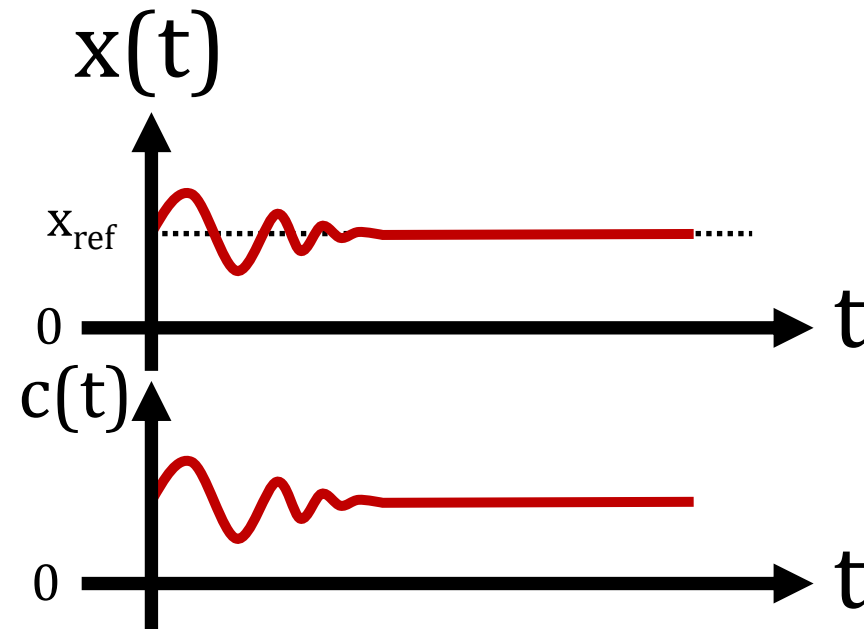
- ❖ Controlul mărimilor pe bază de reglatoare PID:
- ✓ Necesită achiziționarea unui semnal analogic generat de o mărime fizică
- ✓ Semnalul de comandă rezultat al este de natură analogică



Regulator „P. I.D.”

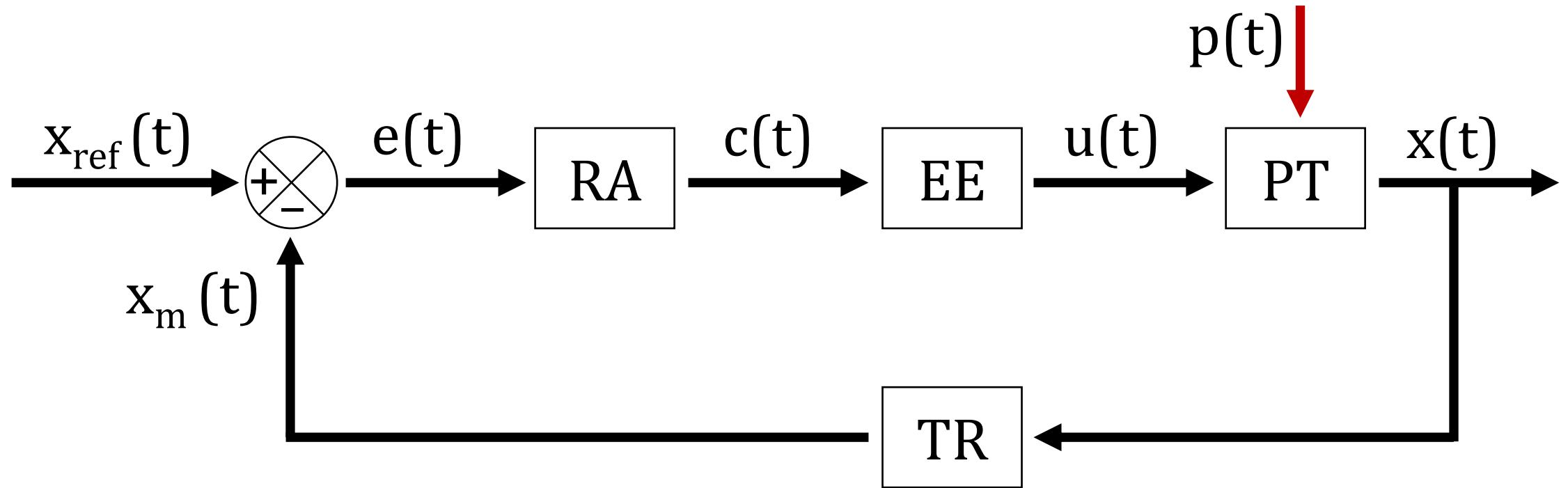
Principalele strategii de control în domeniul Ingineriei Electrice

- ❖ Controlul mărimilor pe bază de reglatoare PID:
- ✓ Necesită mai multe resurse de calcul decât în cazul reglării cu „histerezis”
- ✓ Se bazează pe aspectul dinamic al procesului tehnologic



Regulator „P. I. D.”

Sisteme de reglare automată pe bază de regulator PID



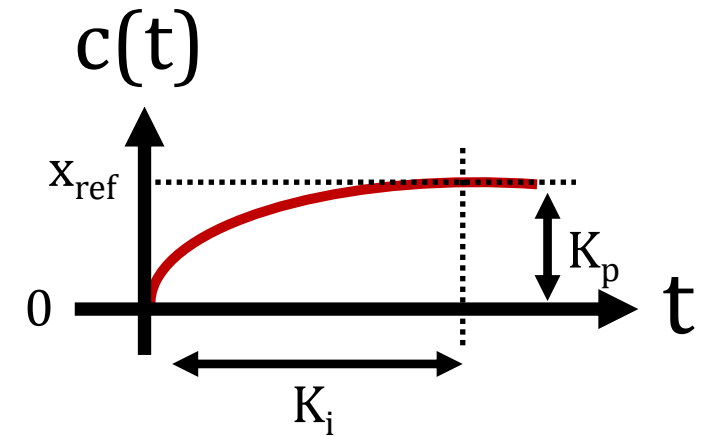
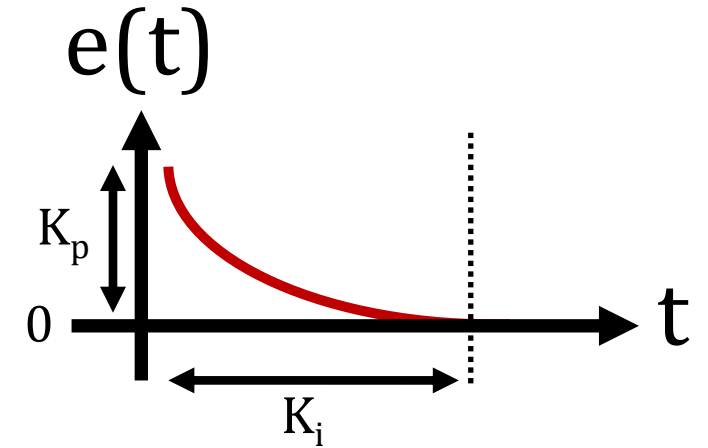
Sisteme de reglare automată pe bază de regulator PI

$$e(t) = x_{ref}(t) - x_m(t)$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} e(t) = 0 \rightarrow \lim_{t \rightarrow 0} [x_{ref}(t) - x_m(t)] = 0$$

$$c(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(t) \cdot dt + K_d \cdot \frac{d}{dt} e(t)$$

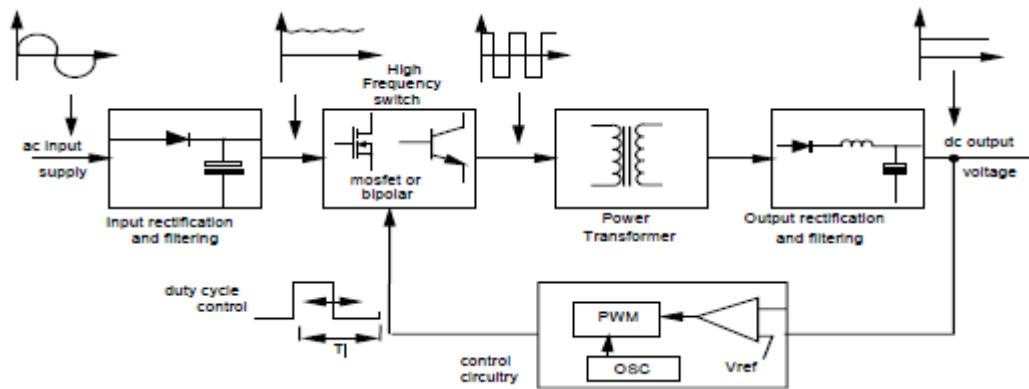
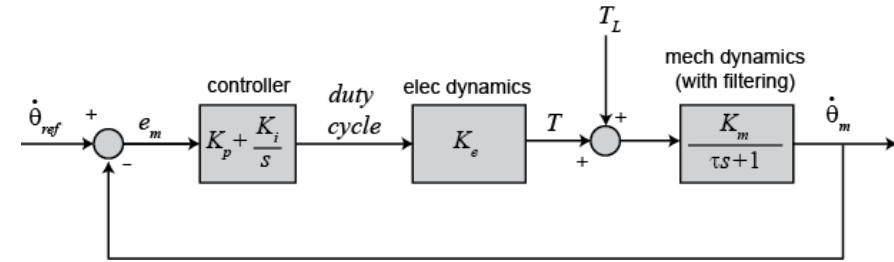
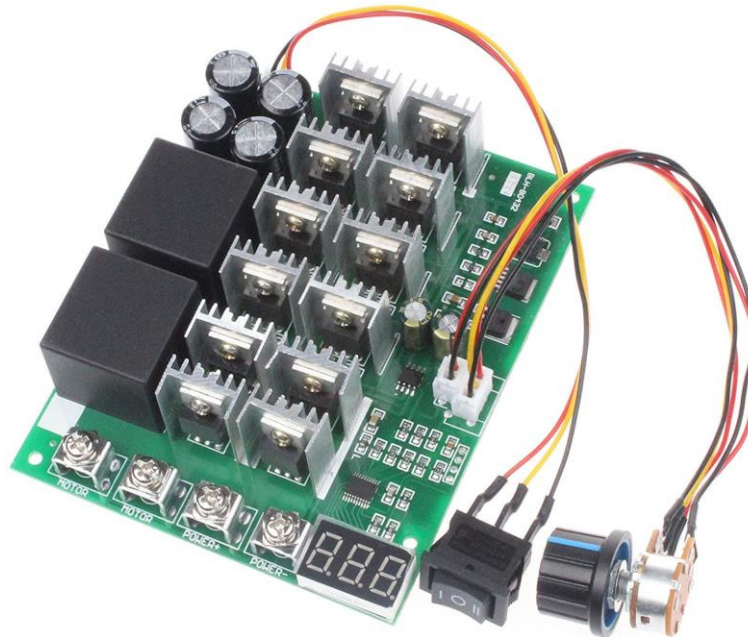
$$c(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(t) \cdot dt$$



Exemple de aplicații ale controlului pe bază de regulator PID

- ❖ Există o serie de aplicații practice ale strategiei de control pe bază de reglatoare PID:
 - ✓ Menținerea constantă a turației la arbore în cazul unei mașini electrice
 - ✓ **Reglarea intensității luminoase**
 - ✓ Reglarea debitului de lichid într-o instalație de distribuție
 - ✓ Stabilizarea tensiunii la ieșirea surselor de alimentare în comutație
 - ✓ Reglarea poziției în sisteme servo-acționate
 - ✓ Limitarea curentului într-un circuit

Exemple de aplicații implementate pe bază de regulator



https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Activities_DCmotorB

<https://www.power-tronic.com/en/products/encoders/dc-magnetischer-inkrementalgeber/>

<https://www.sparkfun.com/products/retired/14099>

<https://www.electronics-tutorial.net/wp-content/uploads/2015/09/SMPS1.png>

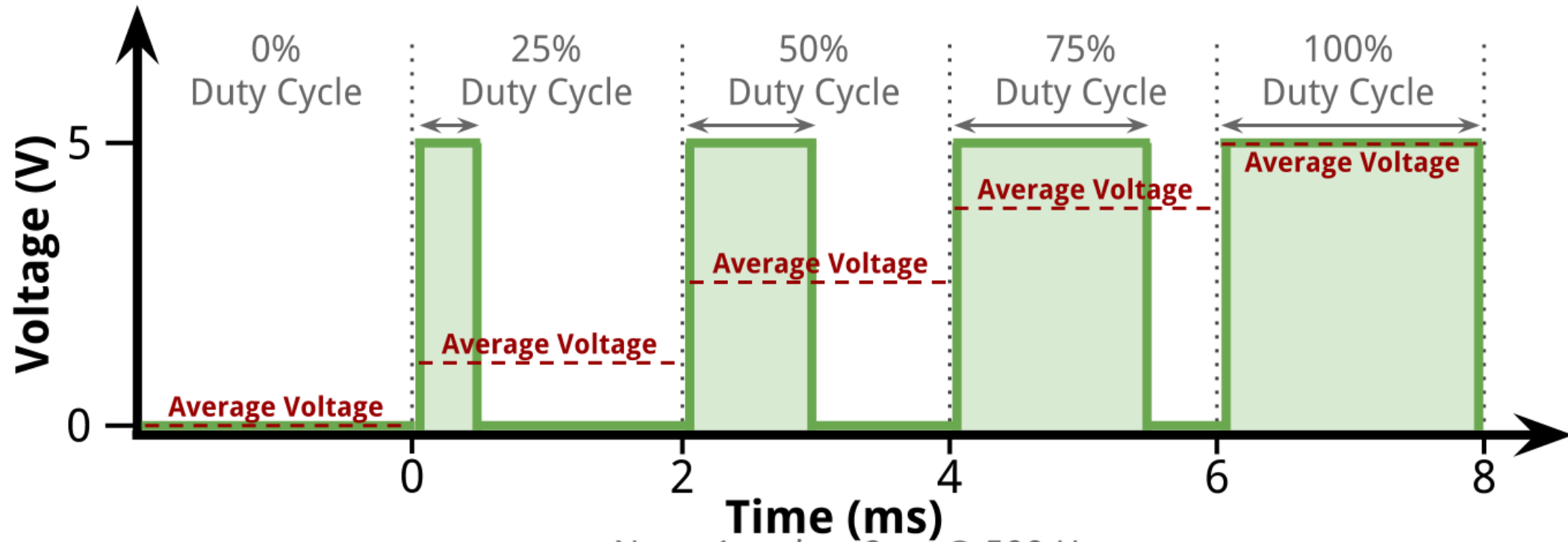
<https://www.amazon.com/ICQUANZX-Controller-10V-55V-Digital-Display/dp/B081YYK6NW>

Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

- ❖ În vederea implementării strategiei de control pe bază de regulator, este necesară utilizarea atât a intrărilor analogice pentru a prelua semnalele de la traductoare, cât și utilizarea ieșirilor analogice sau digitale pentru acționarea comutatoarelor din cadrul elementelor de execuție. Există multiple variante de implementare a etajelor de execuție:
 - ✓ Amplificatoare liniare de mare putere (surse controlate cu semnal analogic)
 - ✓ **Convertoare electronice în regim de comutație (controlate digital)**
 - ✓ Sarcini electronice programabile (controlate cu semnal analogic)
 - ✓ Servomecanisme și instalații de transmitere a mișcării acționate electric

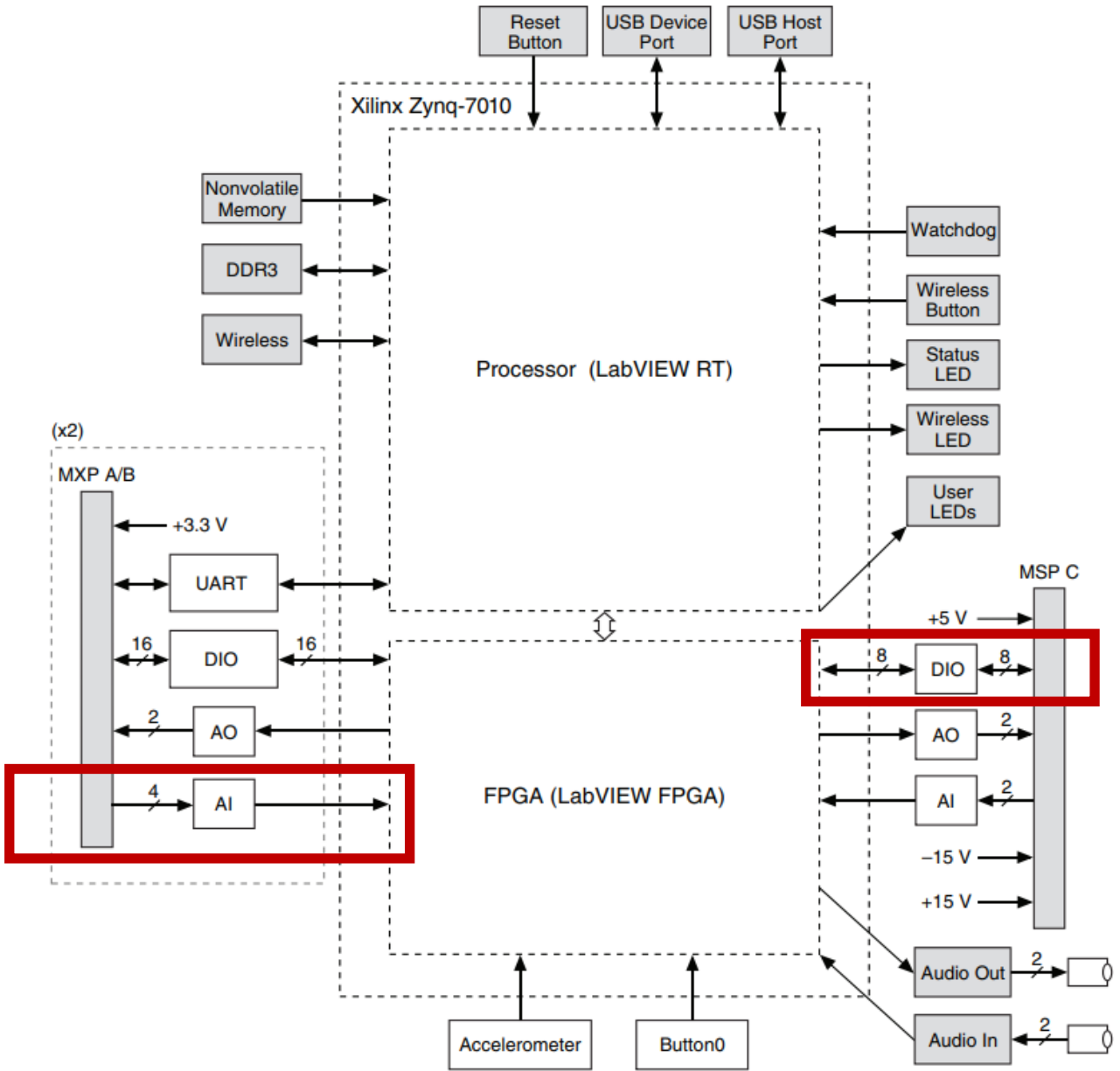
Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

Pulse Width Modulation Duty Cycles

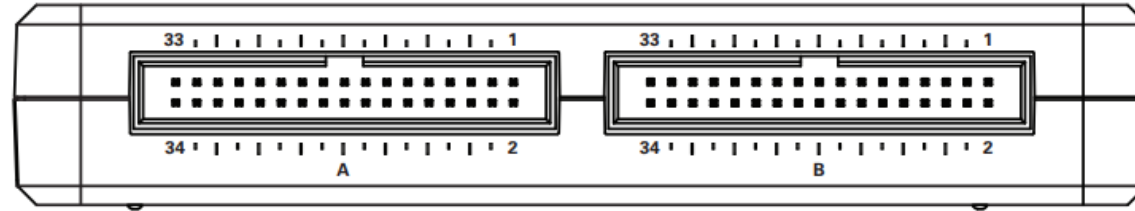


Note: 1 cycle = 2ms @ 500 Hz

Arhitectura internă a platformei de dezvoltare NI MyRIO 1900

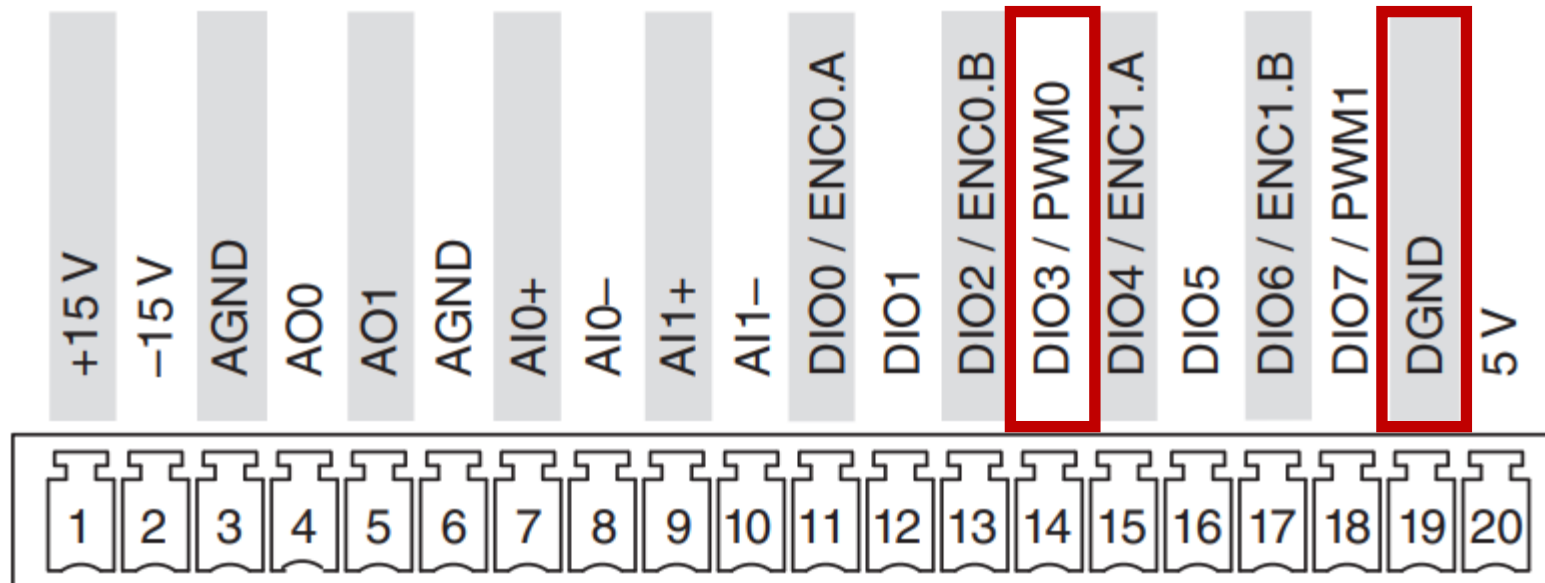
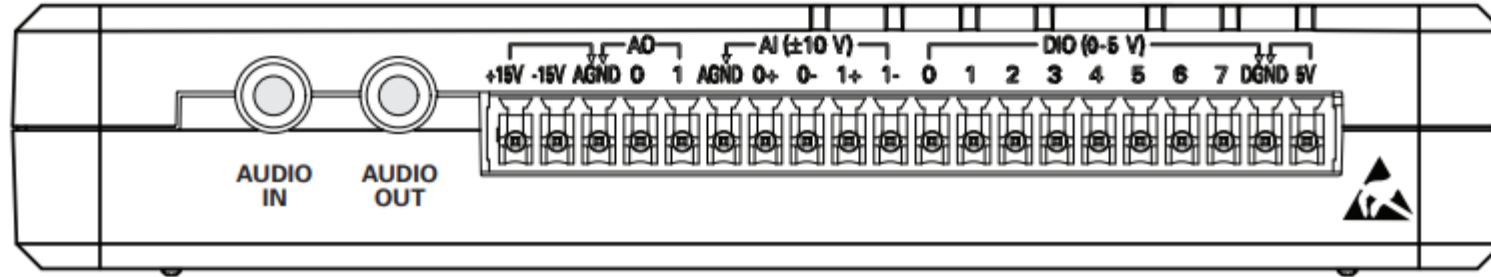


Harta terminalelor din blocurile de conectori MXP



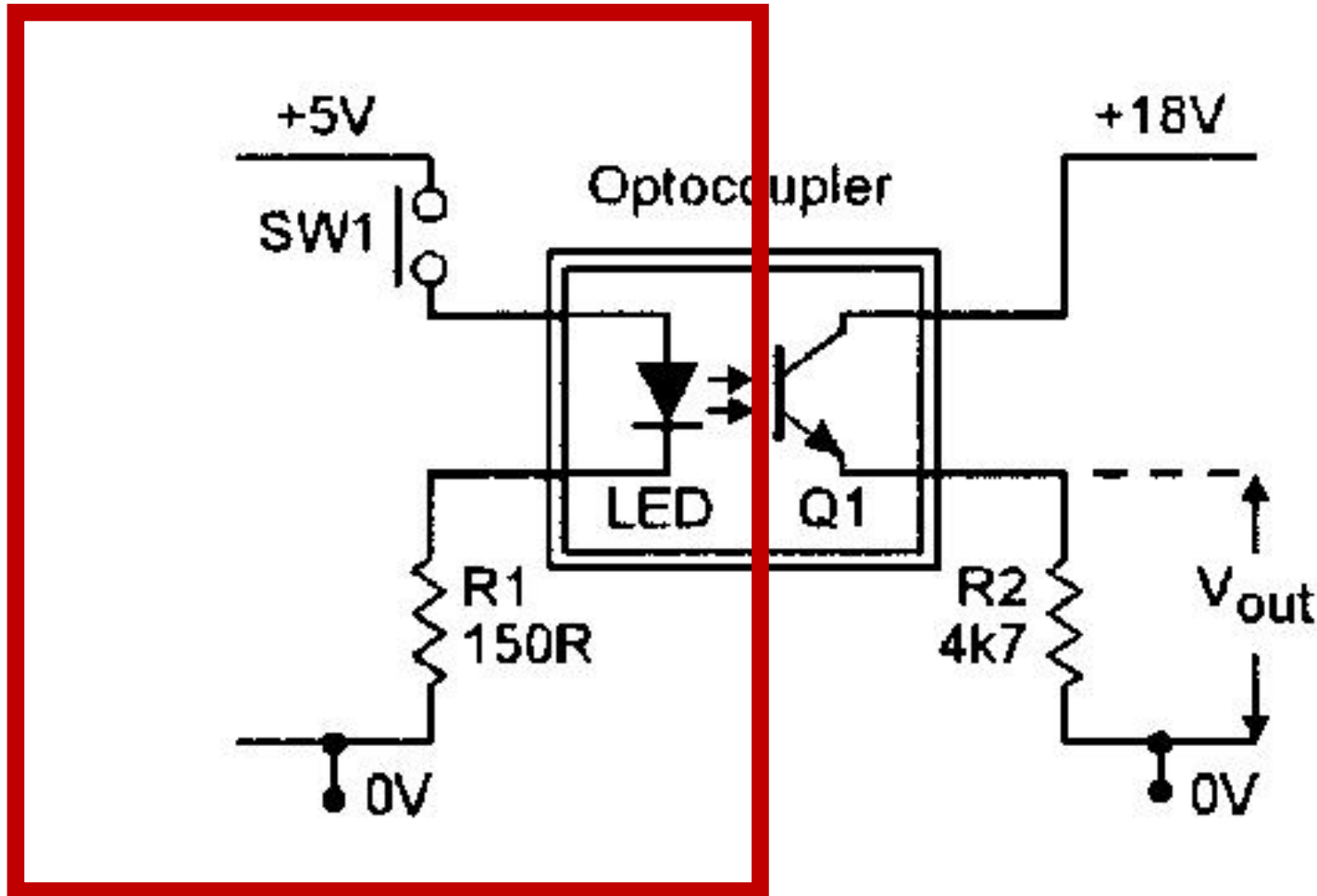
DIO15 / I2C.SDA	34	DIO15 / I2C.SDA	33	+3.3 V
DIO14 / I2C.SCL	32	DIO14 / I2C.SCL	31	DIO10 / PWM2
DGND	30	DGND	29	DIO9 / PWM1
DGND	28	DGND	27	DIO8 / PWM0
DIO13	26	DIO13	25	DIO7 / SPI.MOSI
DGND	24	DGND	23	DIO6 / SPI.MISO
DIO12 / ENC.B	22	DIO12 / ENC.B	21	DIO5 / SPI.CLK
DGND	20	DGND	19	DIO4
DIO11 / ENC.A	18	DIO11 / ENC.A	17	DIO3
DGND	16	DGND	15	DIO2
UART.TX	14	UART.TX	13	DIO1
DGND	12	DGND	11	DIO0
UART.RX	10	UART.RX	9	AI3
DGND	8	DGND	7	AI2
AGND	6	AGND	5	AI1
AO1	4	AO1	3	AI0
AO0	2	AO0	1	+5V

Harta terminalelor din blocul de conectori MSP



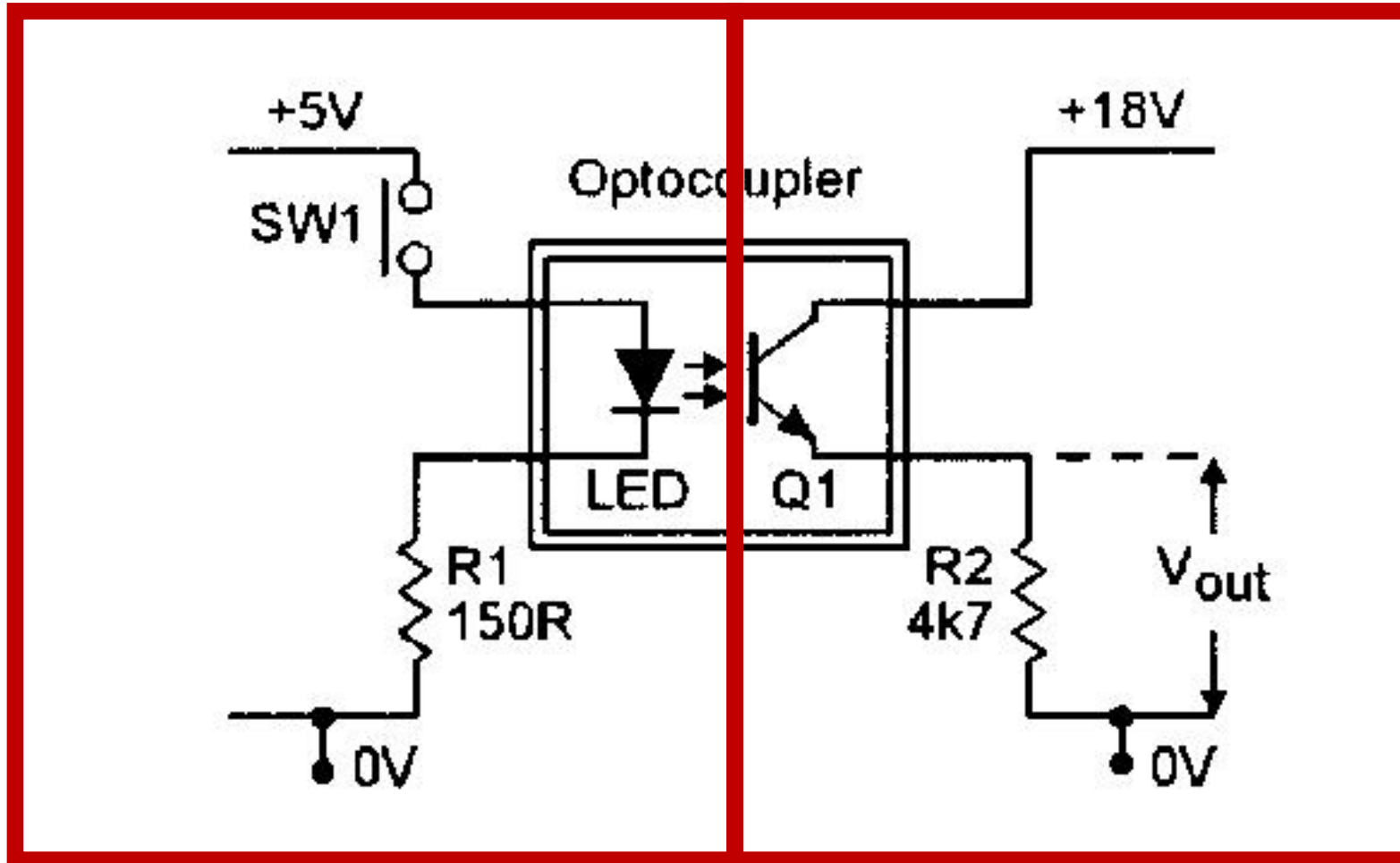
Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

Circuit de comandă



Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

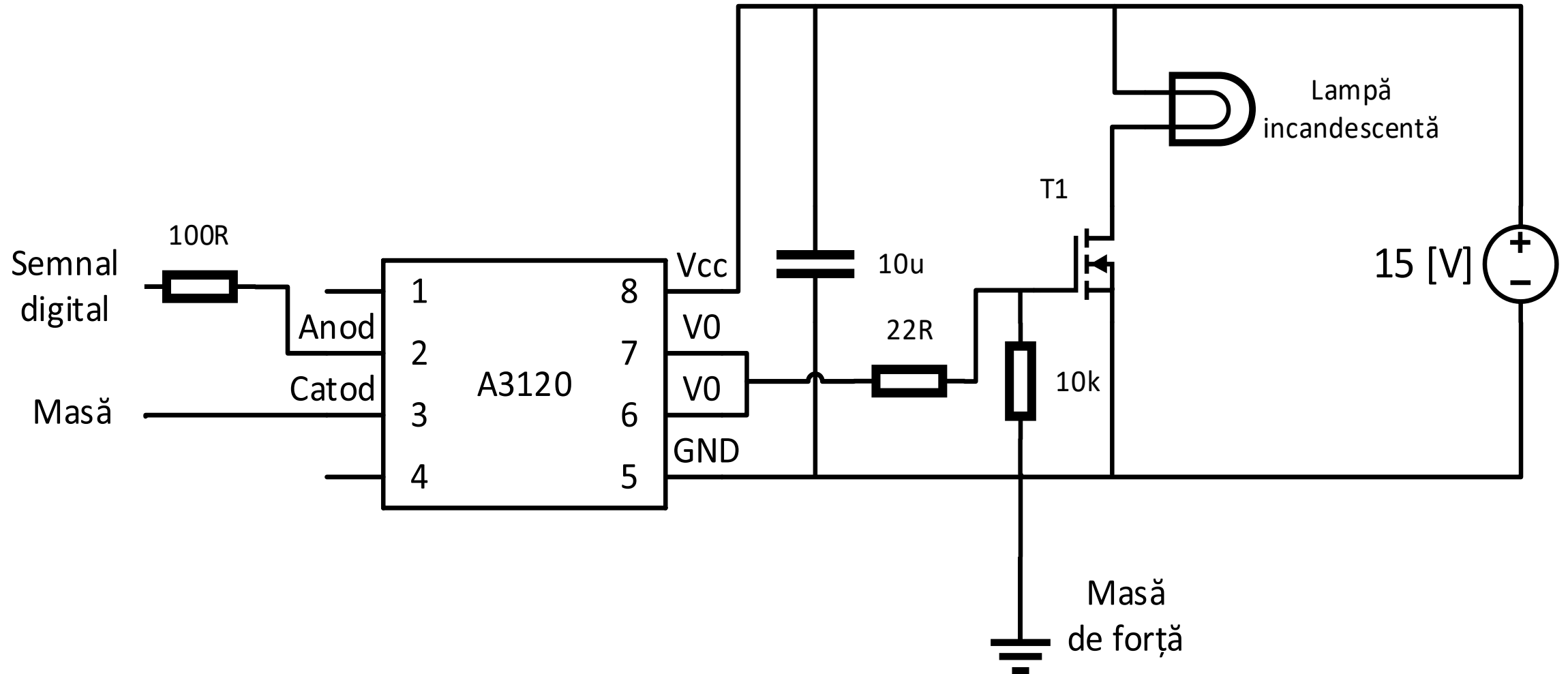
Circuit de comandă



Circuit de forță

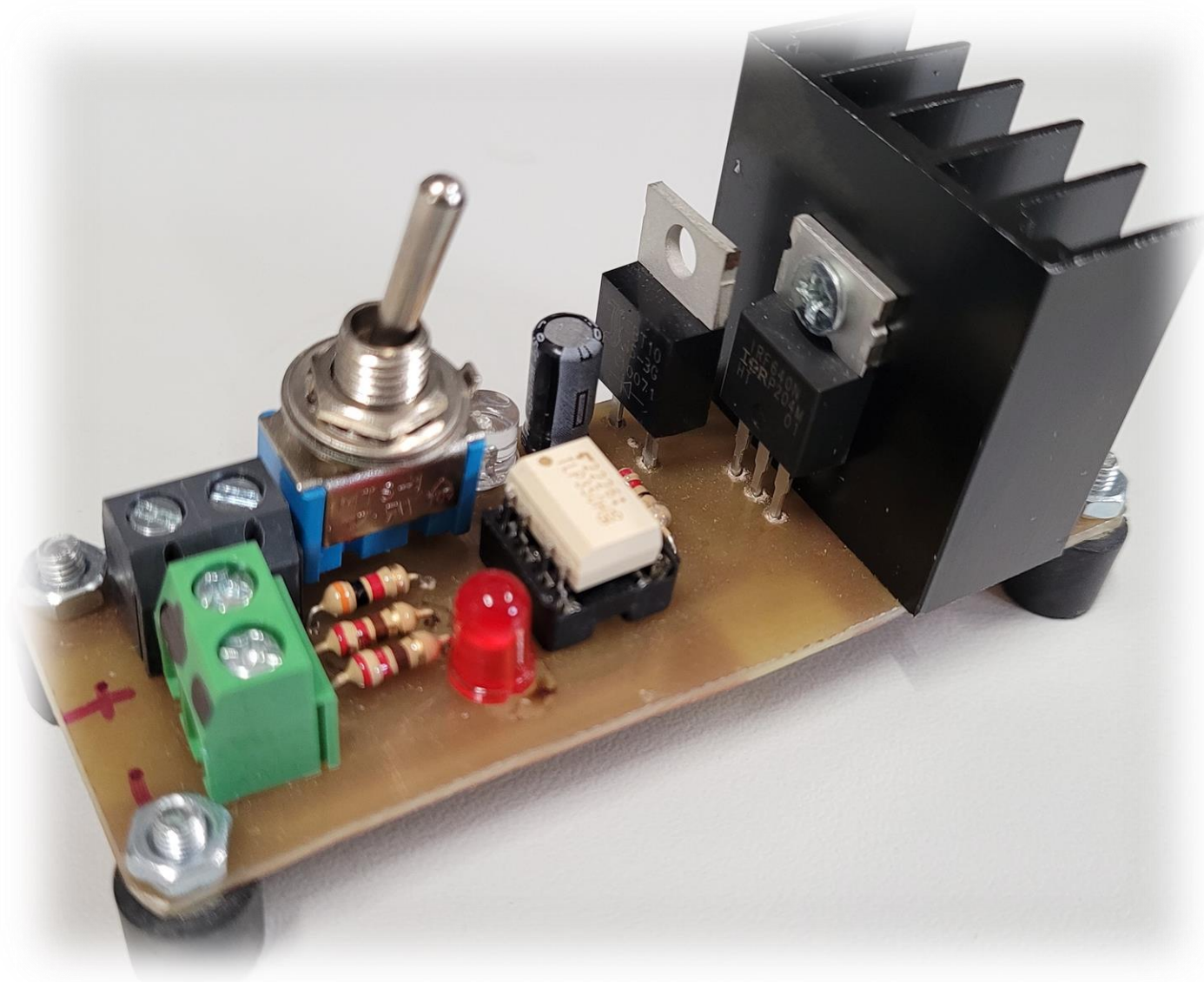
Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

Variatorul de tensiune continuă cu un singur element comutator



Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

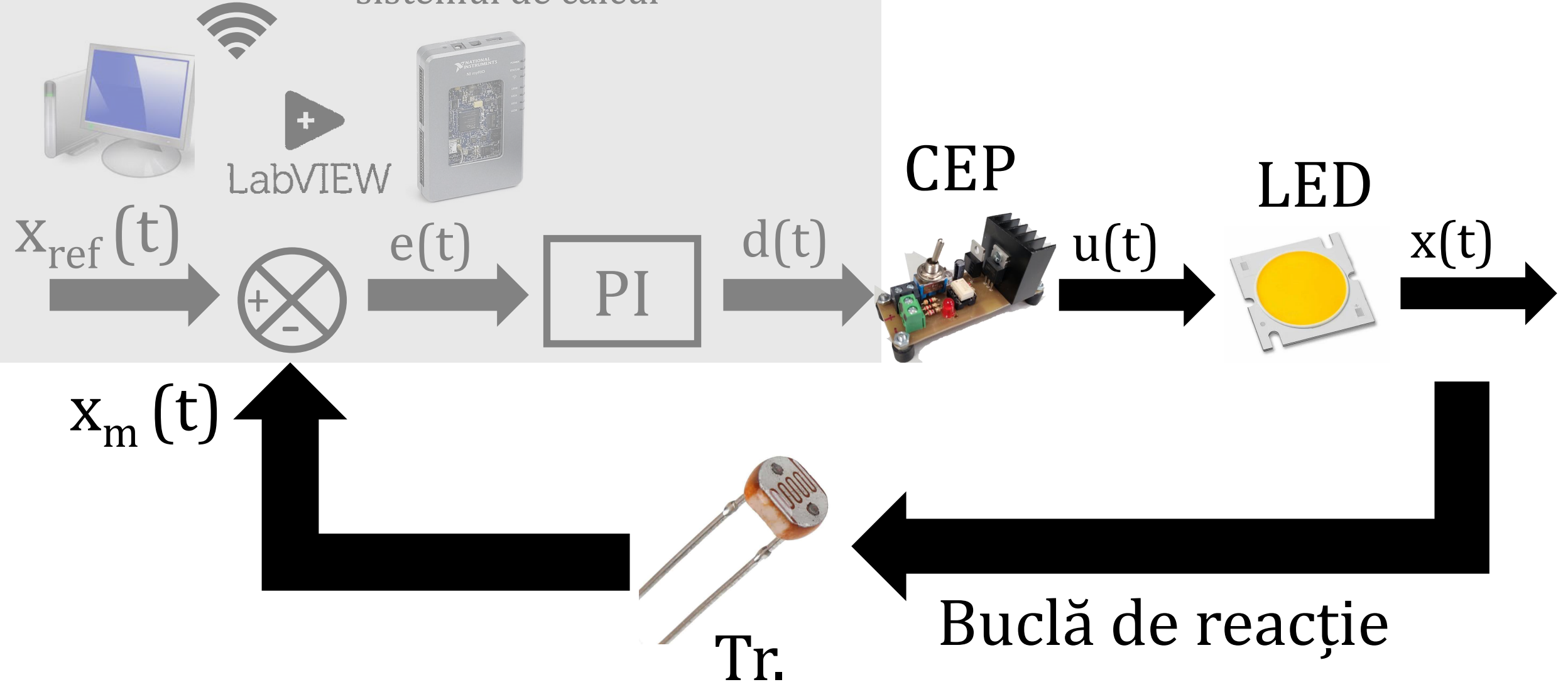
Variatorul de tensiune continuă cu un singur element comutator



Mijloace fizice necesare în vederea implementării reguletoarelor

Funcții deservite de sistemul de calcul

Structura unui sistem de reglare automată în buclă închisă asistat digital



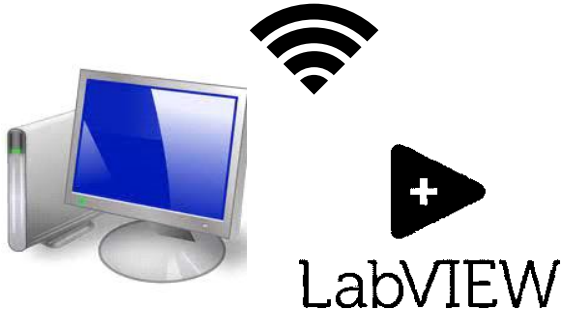
Mijloace logice necesare în vederea implementării strategiilor de control

- ❖ Algoritmul de control poate îngloba trei tipuri de reglatoare:
 - ✓ Regulator: proporțional – derivativ (PD)
 - ✓ Regulator: proporțional – integrator (PI)
 - ✓ Regulator: proporțional – integrator cu efect derivativ (PID)
- ❖ Implementarea regulatorului poate fi:
 - ✓ Pe bază de ecuații diferențiale (caracter continuu)
 - ✓ Pe bază de ecuații liniare cu diferențe finite și operații iterative (caracter discret)

Implementarea unor aplicații ale strategiilor de control în mediul grafic NI LabVIEW cu ajutorul platformei de dezvoltare NI MyRIO 1900

- ❖ În vederea implementării aplicației propuse sunt necesare următoarele echipamente și componente electronice:
 - ✓ Calculator personal cu adaptor WiFi având mediul LabVIEW instalat
 - ✓ Platforma de dezvoltare MyRIO 1900
 - ✓ Fotorezistență 10 [k Ω]
 - ✓ Rezistență de 2,2 [k Ω]
 - ✓ Modul LED de mare putere
 - ✓ Variator de tensiune continuă
 - ✓ Cabluri flexibile pentru conexiune rapidă
 - ✓ Sursă de alimentare în curent continuu, programabilă
 - ✓ Plăcuță pentru realizarea prototipului de circuit fără lipire (eng. Breadboard)

Componente necesare pentru implementarea aplicațiilor



Calculator personal cu adaptor WiFi având mediul LabVIEW instalat



Platforma de dezvoltare National Instruments MyRIO 1900



Fotorezistor 10 [k Ω]



Modul LED de mare putere



Variator de tensiune continuă



Sursă de alimentare programabilă

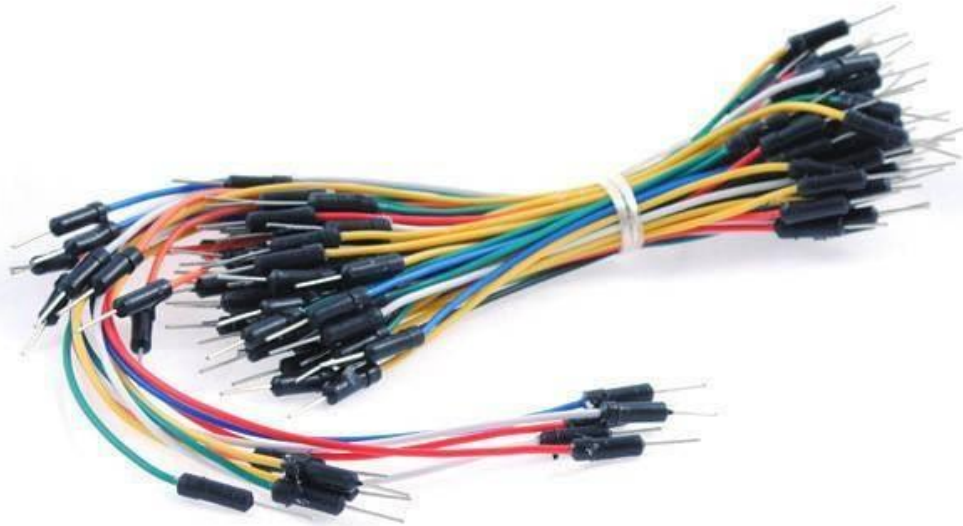
<https://www.optimusdigital.ro/ro/surse-de-laborator/7170-plusivo-ps-1503d.html>

<https://www.indiamart.com/proddetail/cob-power-led-10357252591.html>

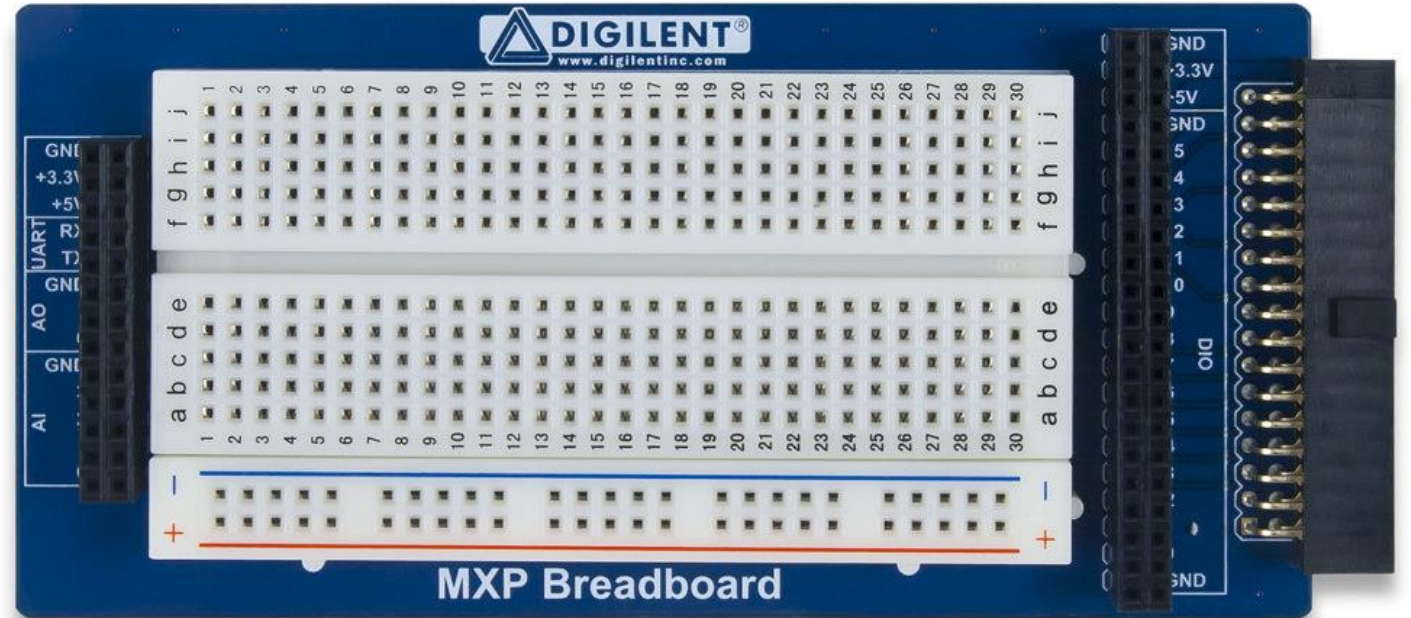
<https://www.devobox.com/el/relay-module/130-5v-relay-module-for-arduino.html>

<https://www.pcboard.ca/ldr-light-dependent-resistor>

Componente necesare pentru implementarea aplicațiilor



Cabluri flexibile pentru conexiune rapidă



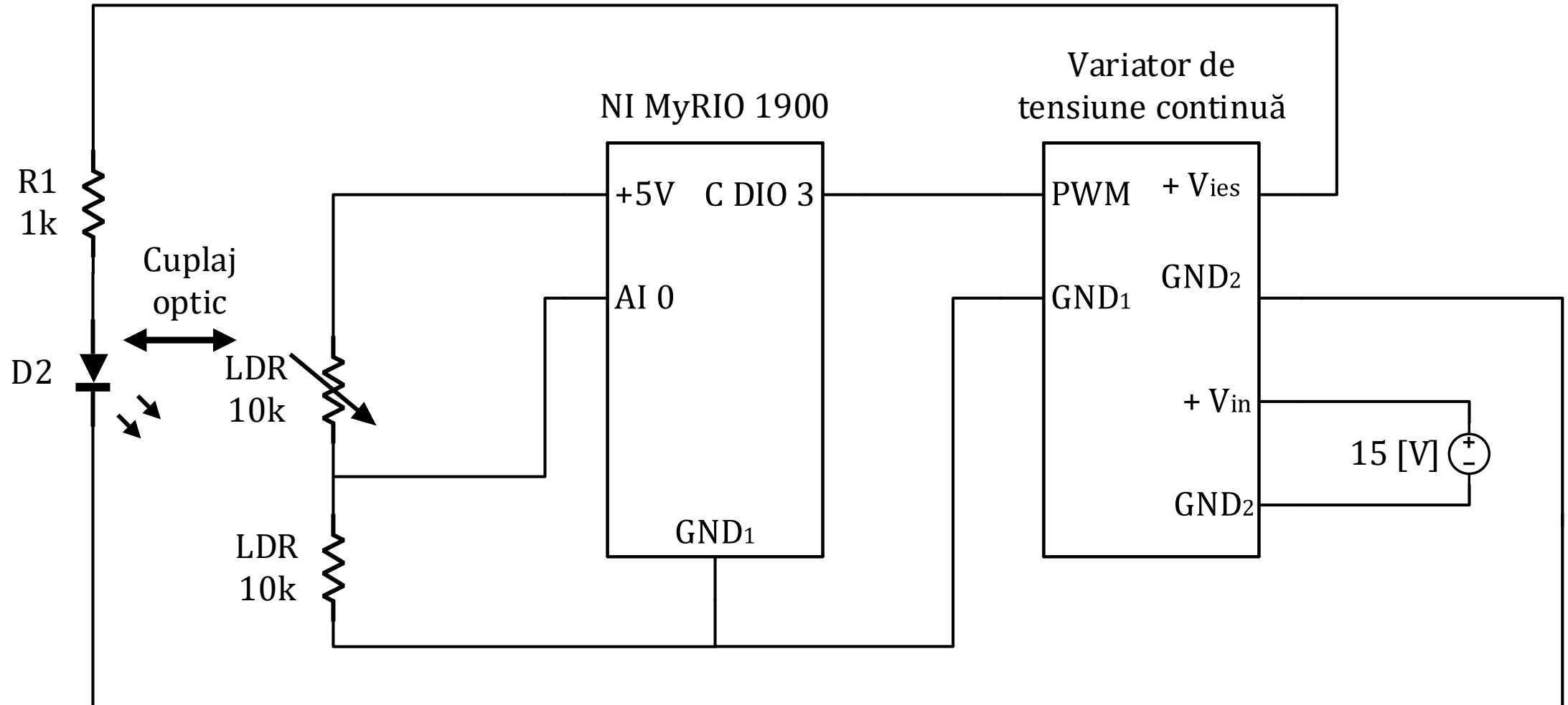
Plăcuță pentru realizarea prototipului de circuit fără lipire
NI - Digilent MyRIO 1900 MXP Breadboard

<https://www.pcflectronics.nl/en/65pcs-flexible-breadboard-jumper-wires.html>

https://www.mirifica.pt/trenz-electronic-shop/mxp-breadboard-extension-for-ni-myrio_100289_1443/

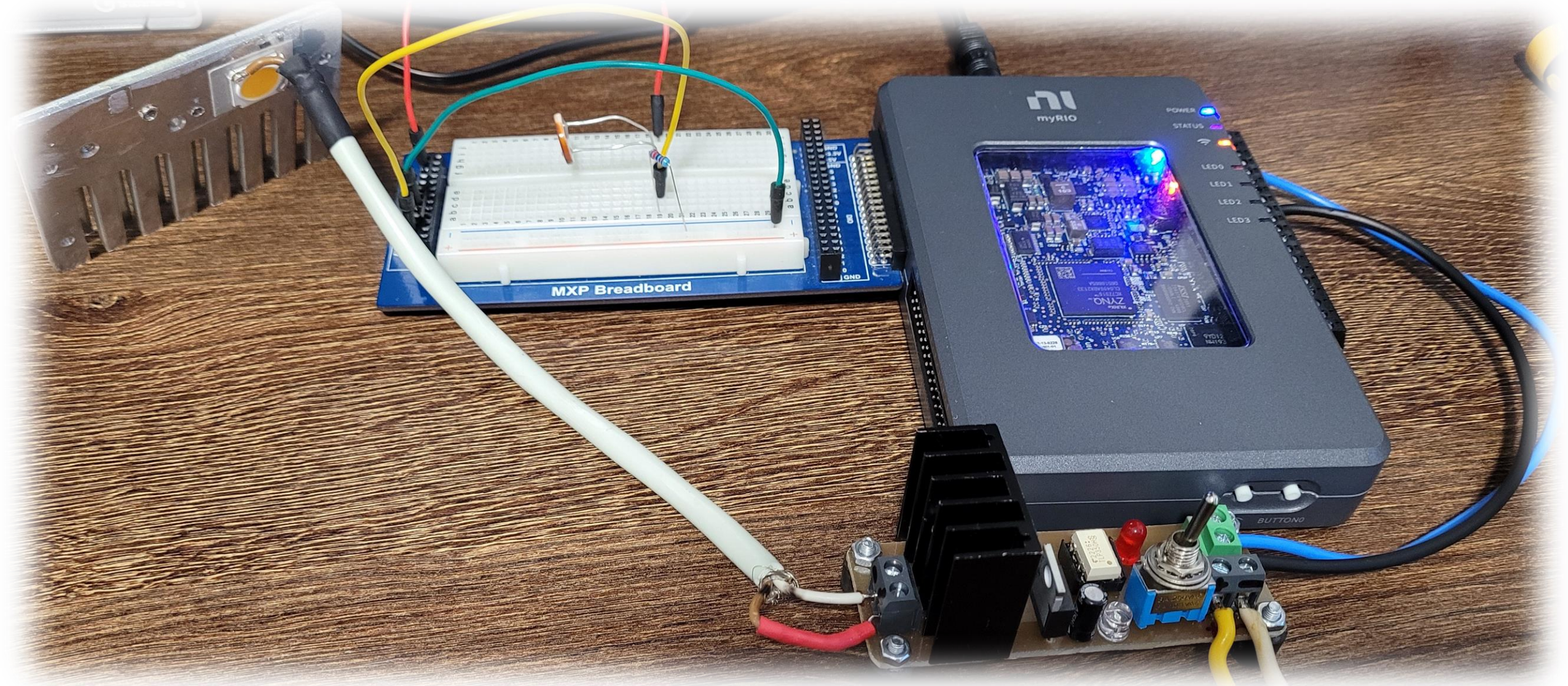
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În vederea implementării aplicației se va utiliza următoarea schemă:



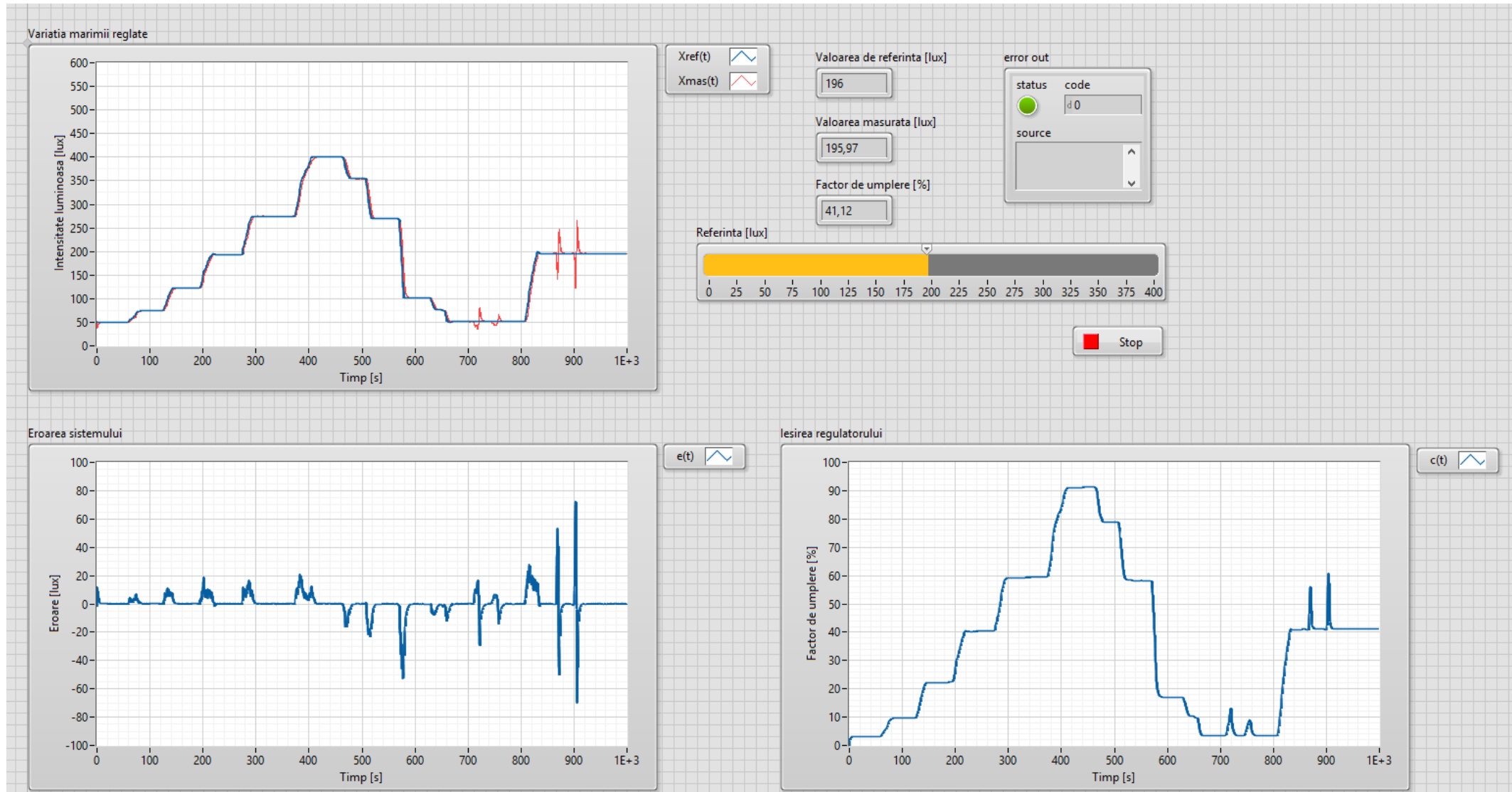
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ Se va realiza următorul montaj:



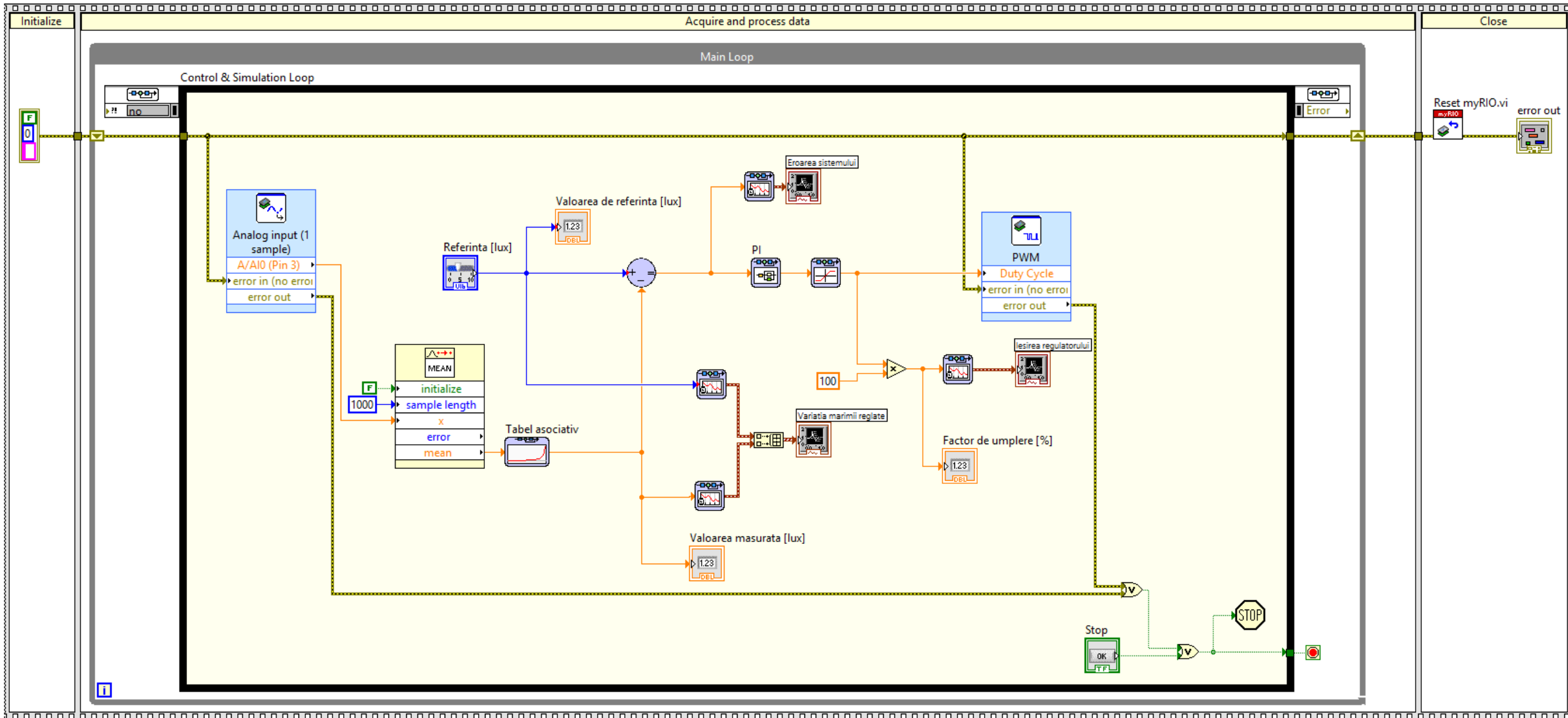
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



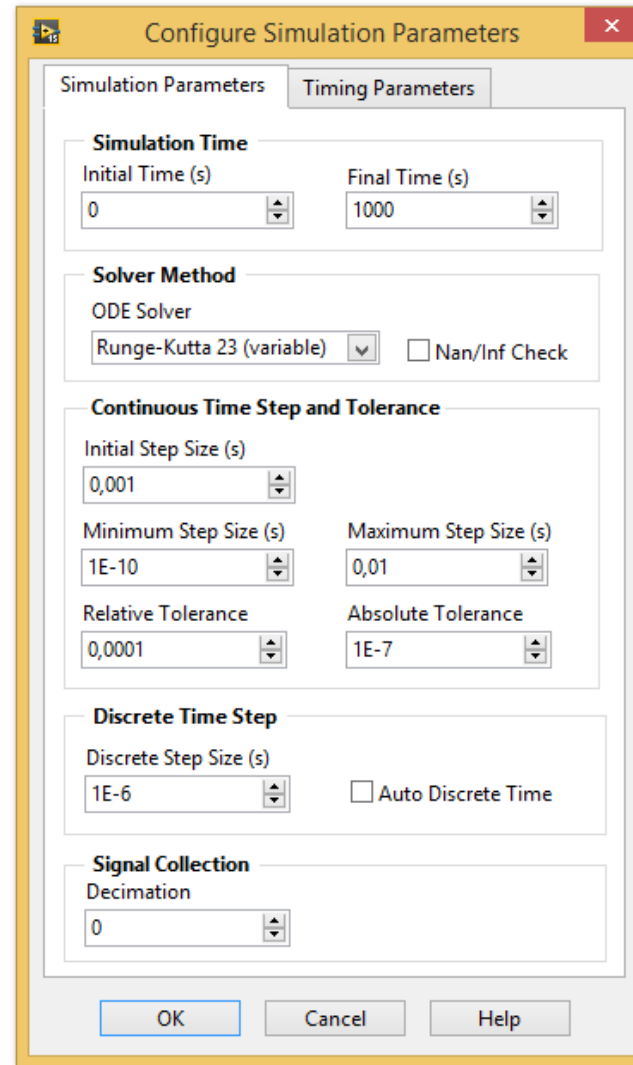
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



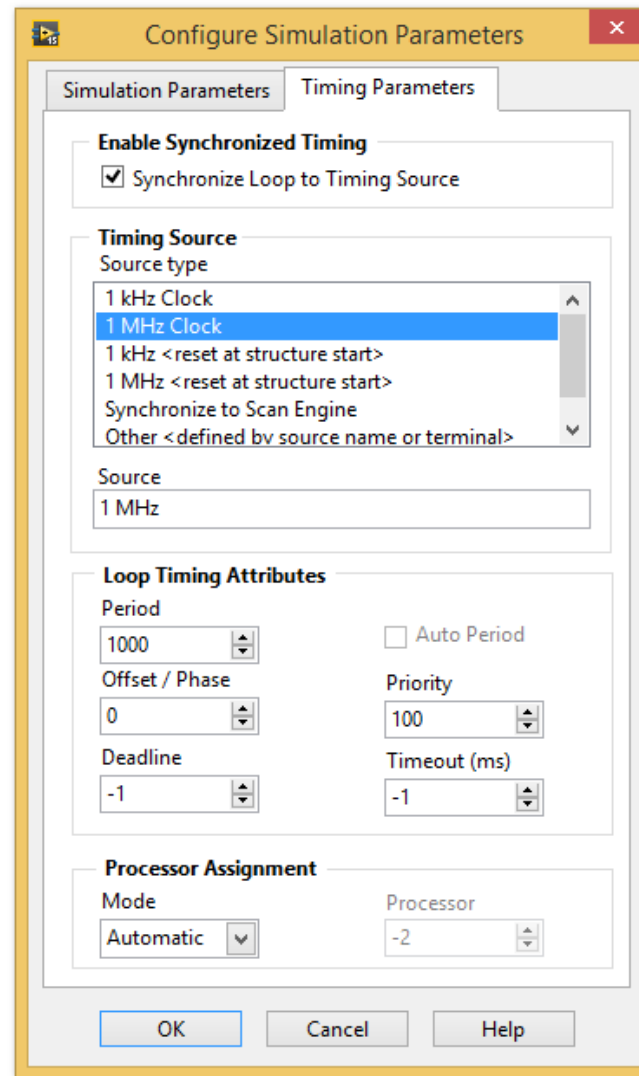
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



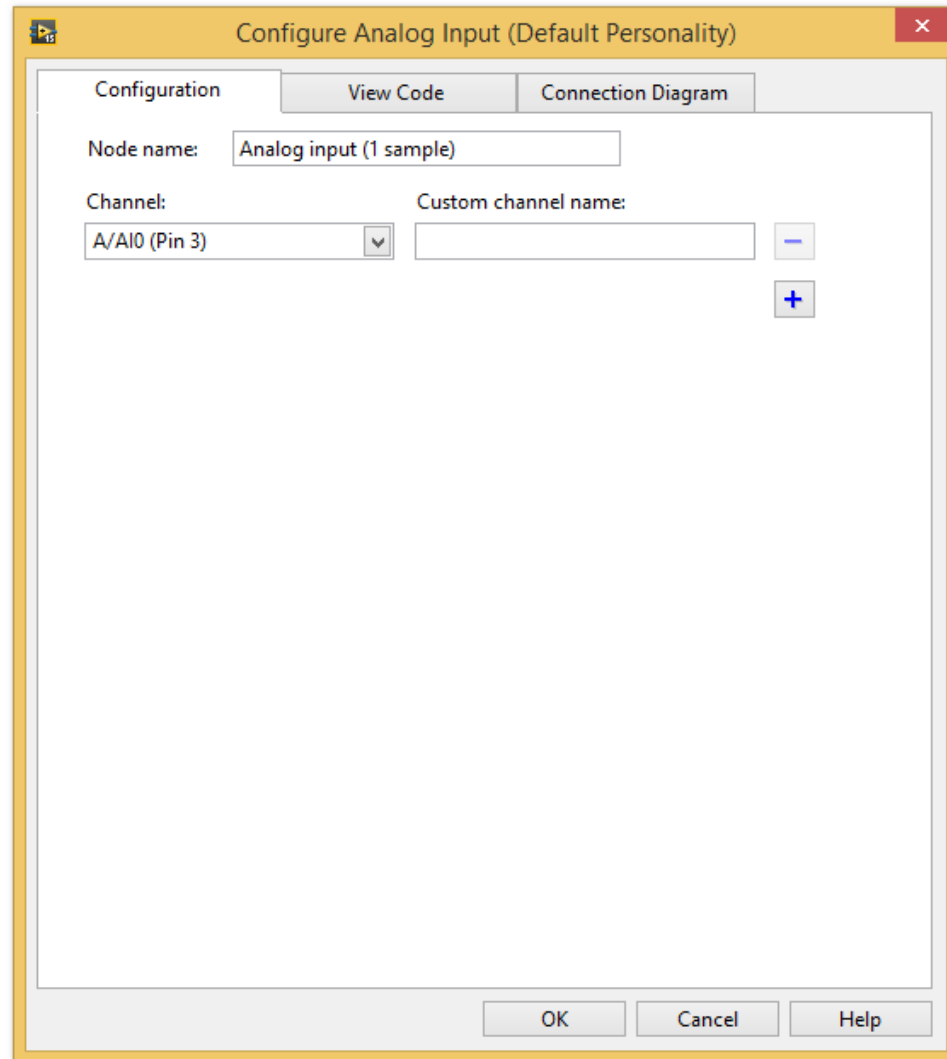
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



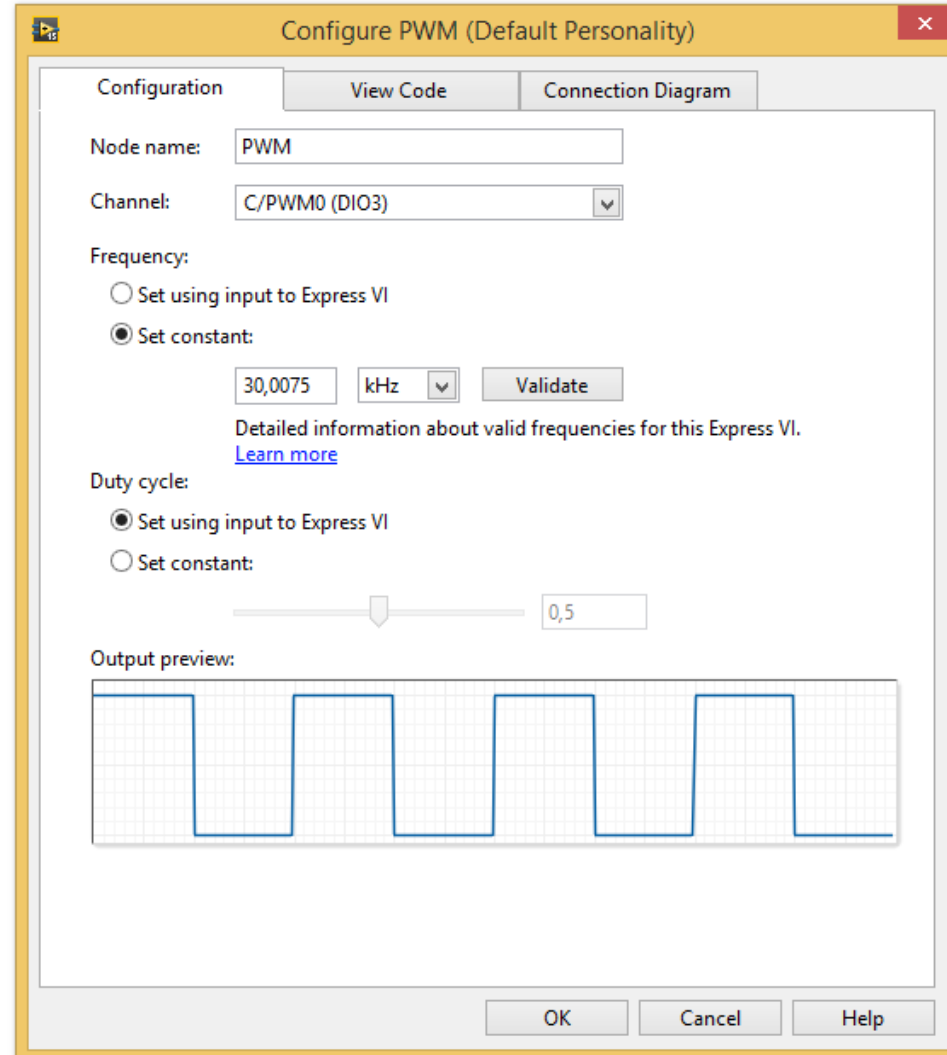
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



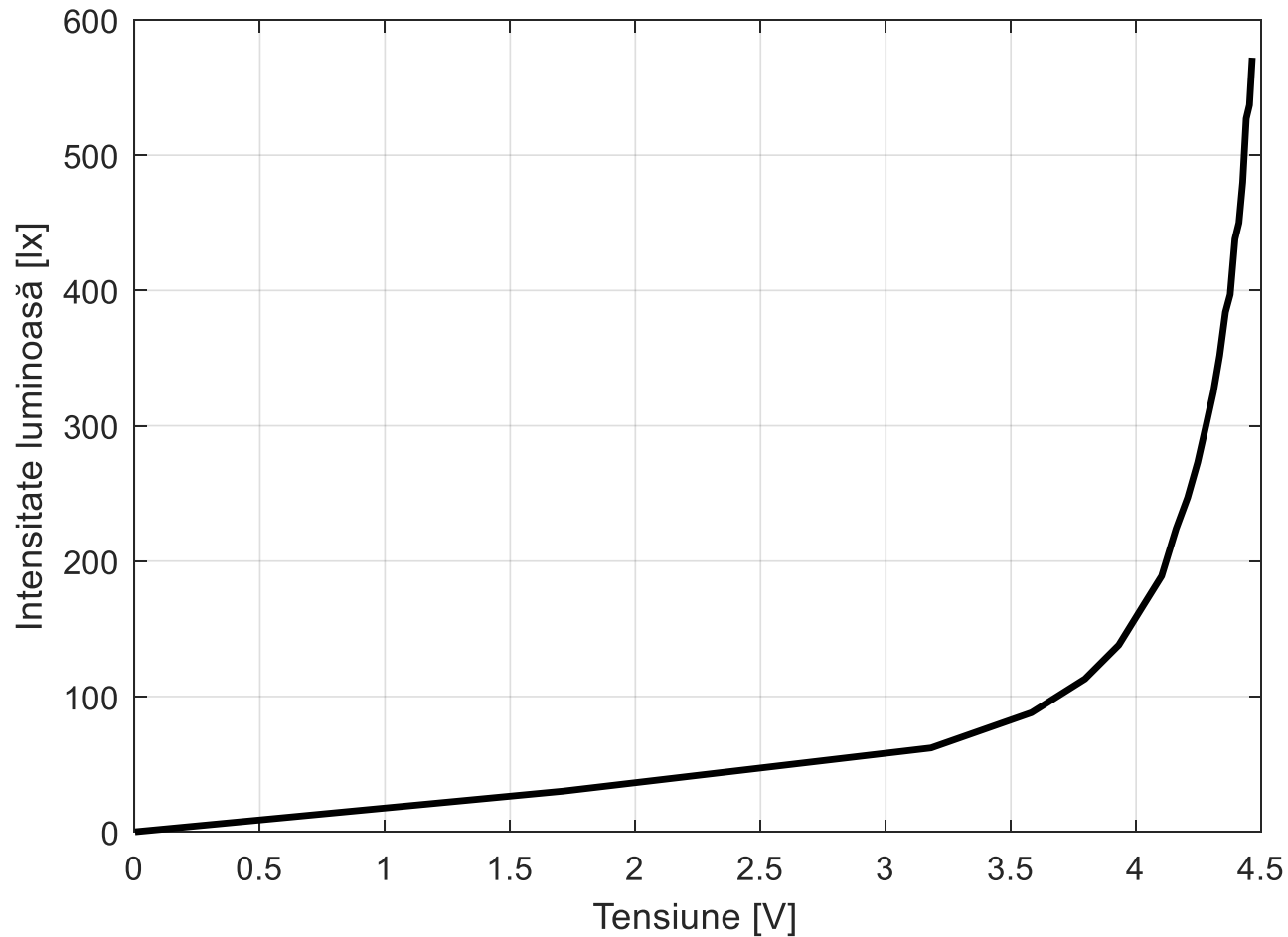
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ Variația tensiunii de ieșire a fotorezistenței în funcție de intensitatea luminoasă:

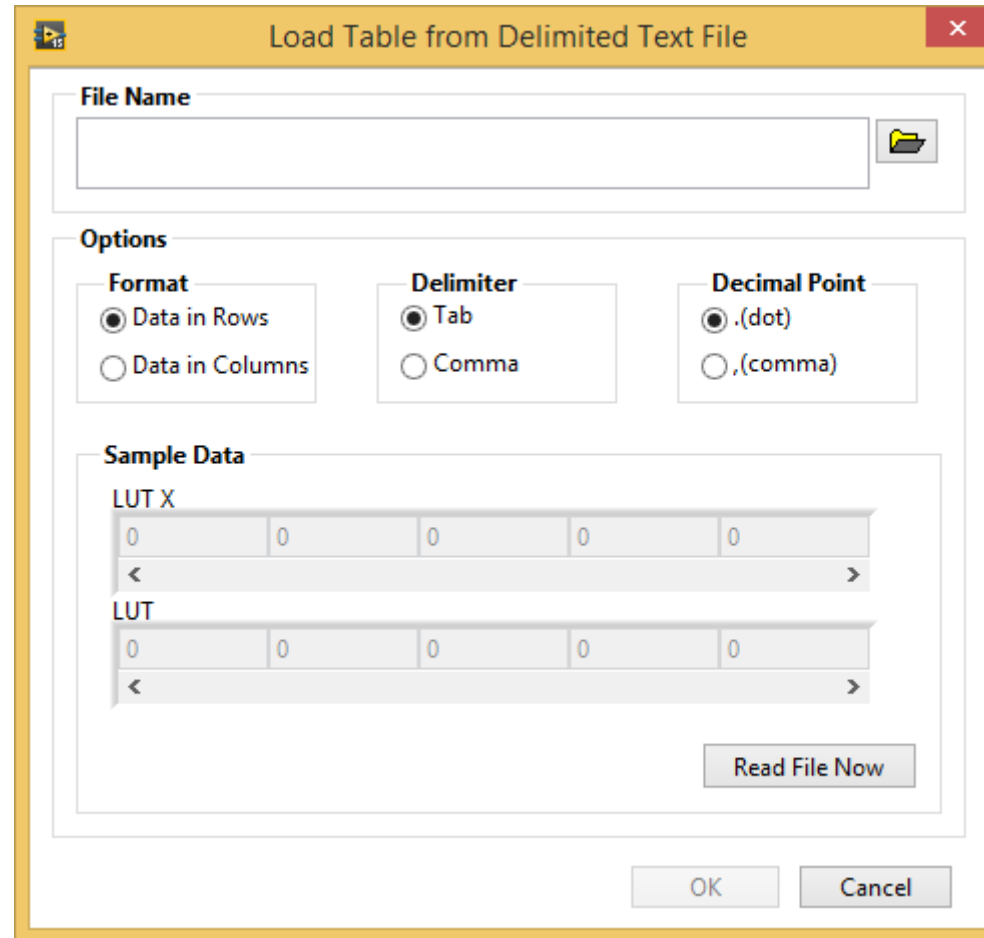


U_s [V]	E_v [lux]
0,0017	0
1,71	30
3,181	62
3,582	88
3,796	113
3,931	138
4,028	167
4,102	189
4,16	224
4,206	247
4,246	273
4,279	300
4,309	325
4,334	352
4,357	384
4,376	397
4,395	438
4,411	450
4,426	480
4,44	527
4,453	537
4,464	572



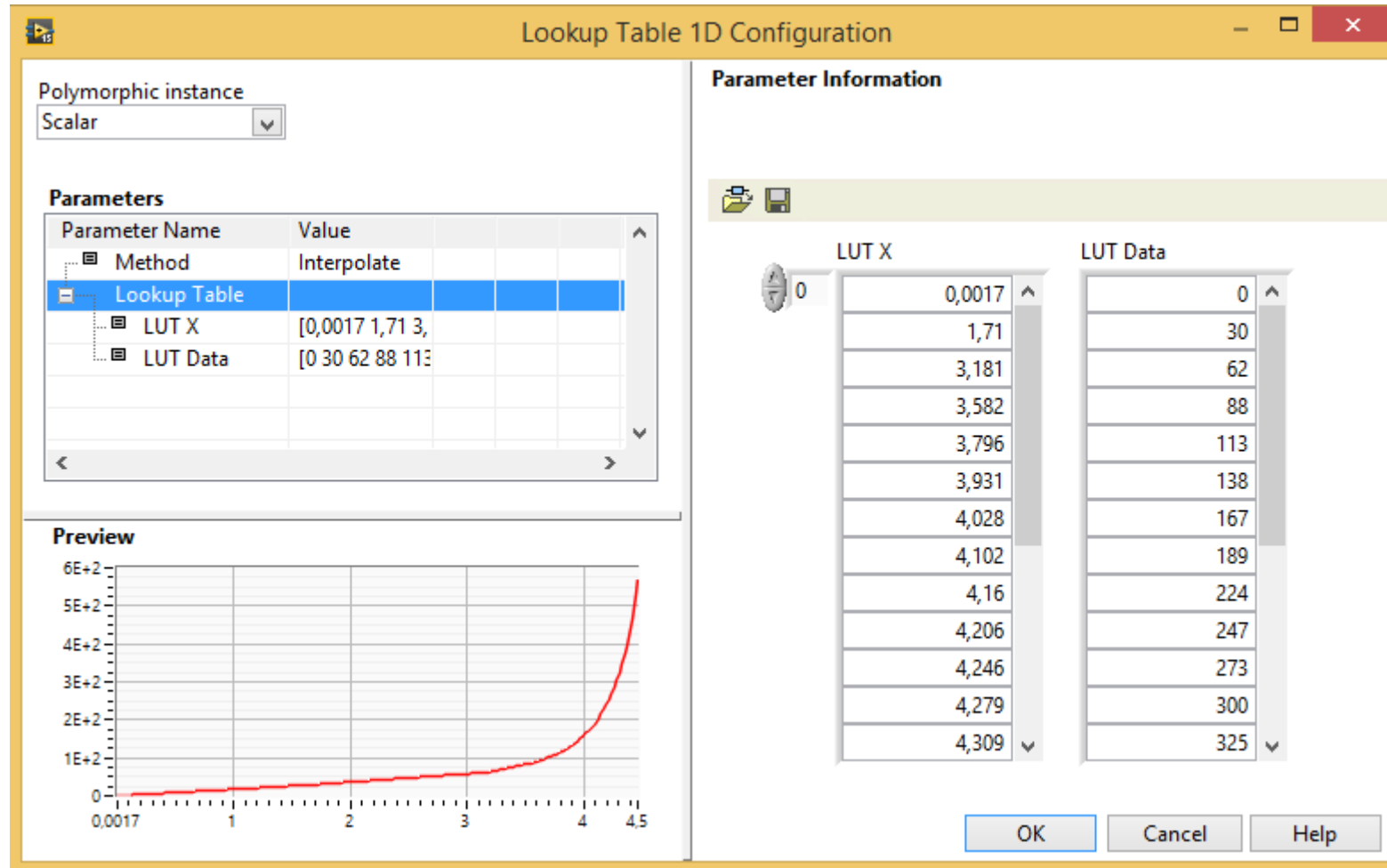
Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



The screenshot shows the 'Lookup Table 1D Configuration' dialog box. The 'Polymorphic instance' is set to 'Scalar'. The 'Parameters' table is as follows:

Parameter Name	Value
Method	Interpolate
Lookup Table	
LUT X	[0,0017 1,71 3,
LUT Data	[0 30 62 88 113

The 'Preview' section shows a graph with the x-axis ranging from 0,0017 to 4,5 and the y-axis ranging from 0 to 6E+2. The curve shows an exponential increase.

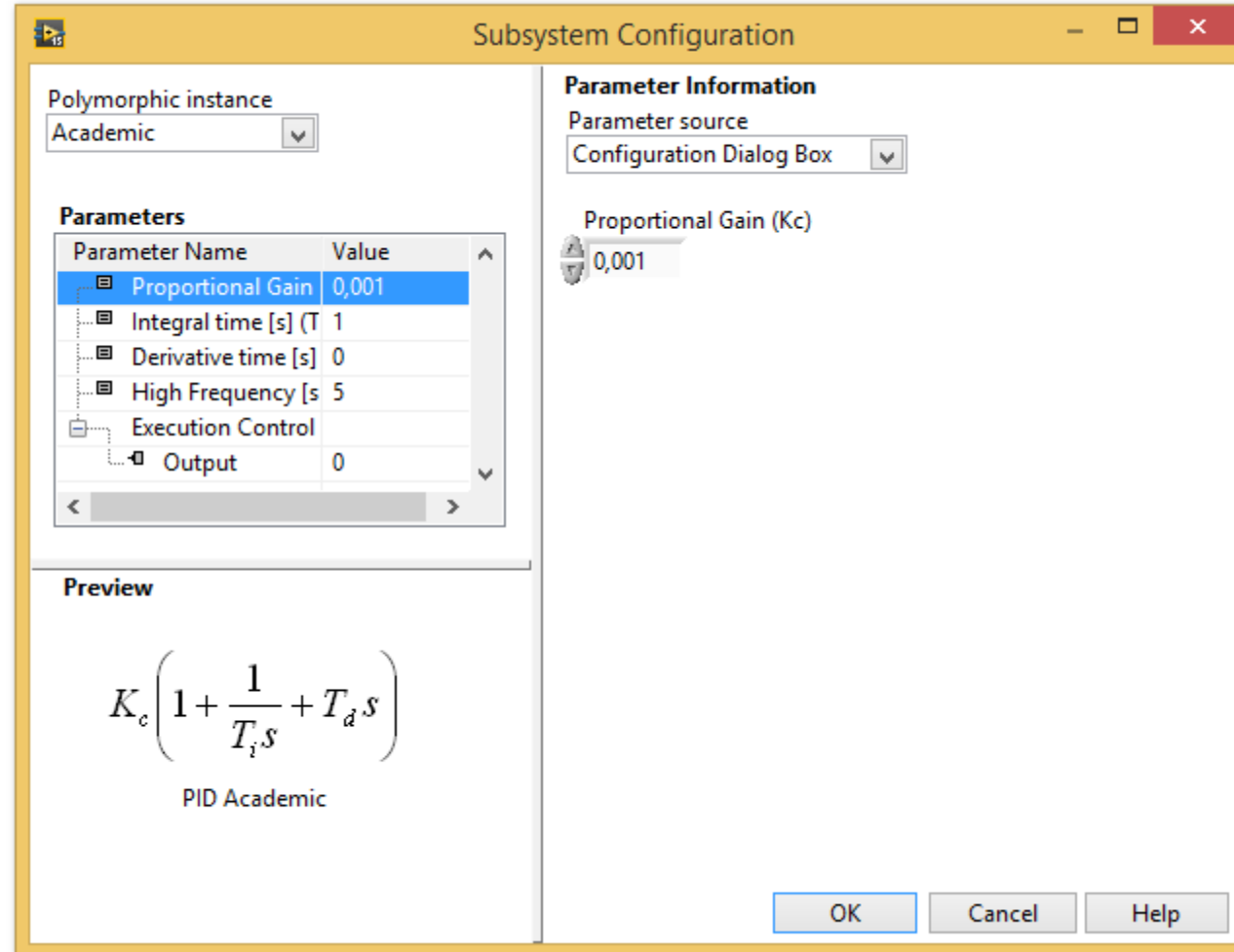
The 'Parameter Information' section displays the following data:

LUT X	LUT Data
0,0017	0
1,71	30
3,181	62
3,582	88
3,796	113
3,931	138
4,028	167
4,102	189
4,16	224
4,206	247
4,246	273
4,279	300
4,309	325

Buttons: OK, Cancel, Help

Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:



Reglarea intensității luminoase cu ajutorul unui regulator PI

❖ În mediul NI LabVIEW se va implementa următorul program:

