



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE MISIONES**



Facultad de Ingeniería

Controladores Lógicos Programables (PLC)

Aguirre Gabriel Yonatan

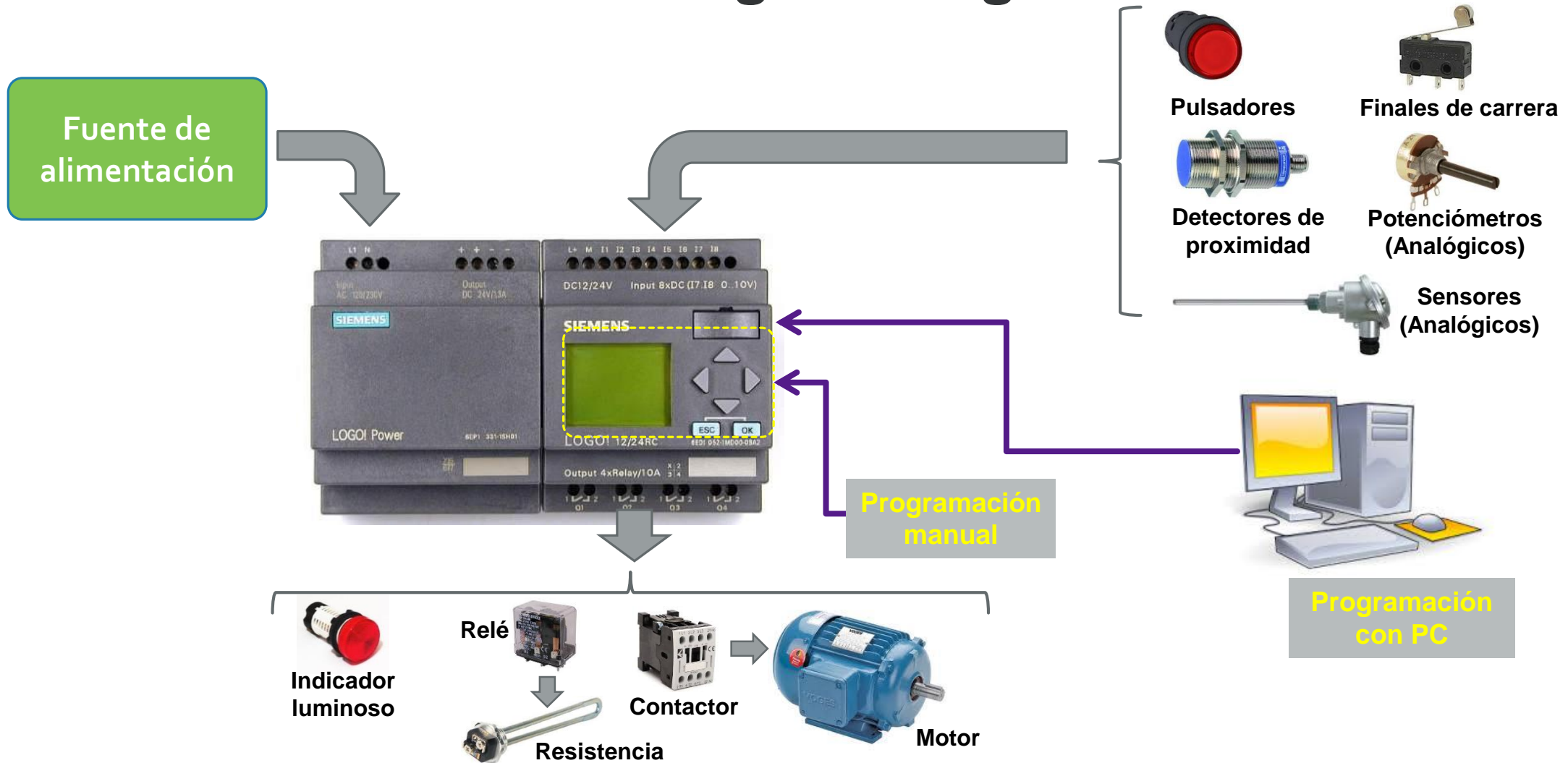
Autor Original: Guillermo Alfredo Fernández

Sistemas de Control 2

**U.Na.M. – Facultad de Ingeniería
Año 2023**

INTRODUCCIÓN

PLC → Controlador Lógico Programable



Aplicaciones de los PLCs

Usos en la industria

- ✓ Automatización (robótica, neumática, embalaje, etc).
- ✓ Control y supervisión de variables (caudal, temperatura, nivel, etc).
- ✓ Transferencia de datos (inalámbricos, internet, etc).

Usos en generación de energía

- ✓ Encendido/apagado automático de grupo electrógenos.
- ✓ Control de quemadores de biomasa.
- ✓ Control de biodigestores.
- ✓ Supervisión y gestión en microrredes de generación.

Usos en domótica

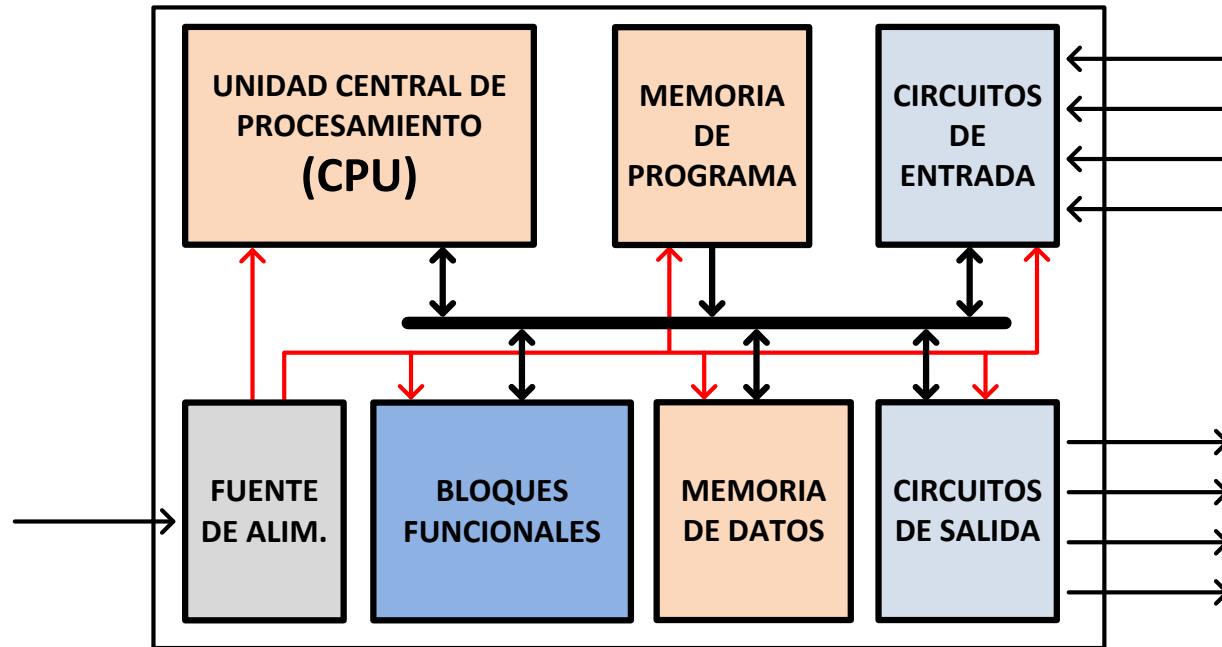
- ✓ Encendido/apagado automático de luces y sistemas de riego.
- ✓ Climatización, refrigeración y calefacción de ambientes.
- ✓ Control de iluminación.
- ✓ Gestión del uso de energías renovables.

Usos en la agricultura y cría de animales

- ✓ Control de temperatura y humedad en invernaderos.
- ✓ Control de ventilación en silos para almacenamiento de granos.
- ✓ Dosificación de alimento para animales.
- ✓ Control de temperatura e iluminación en criaderos.

ESTRUCTURA INTERNA

Diagrama de Bloques General



CPU: Ejecuta el programa y procesa datos.

Memoria de Programa: Contiene el programa desarrollado por el usuario (es no volátil).

Memoria de Datos: Contiene datos utilizados por el programa (es volátil).

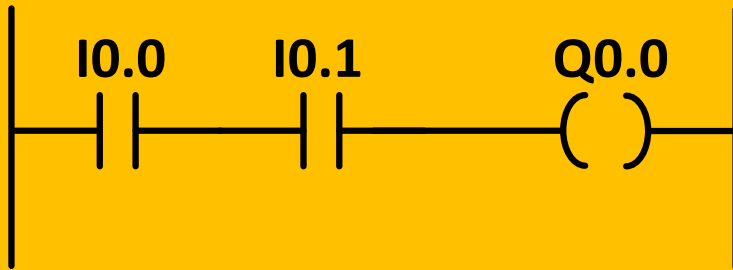
Circ. de Entrada y Salida: Adaptan las señales de salida y de entrada. Pueden ser ON/OFF o Analógicas

Bloques Funcionales: Permiten efectuar operaciones de conteo, temporización, etc.

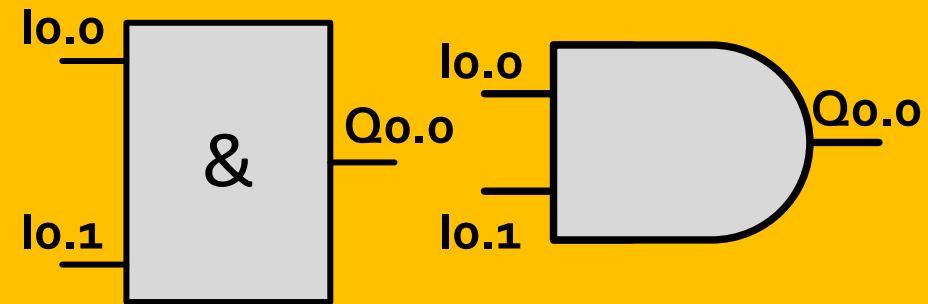
Fuente de Alimentación: Adapta el voltaje utilizado para energizar al PLC.

Programación en LADDER (Esquema de contactos)

Operación AND entre entradas lo.0 y lo.1.
Resultado en salida Qo.0



Programación mediante bloques funcionales



Programación con instrucciones

LD	%lo.0
AND	%lo.1
ST	%Qo.0



CARACTERISTICAS

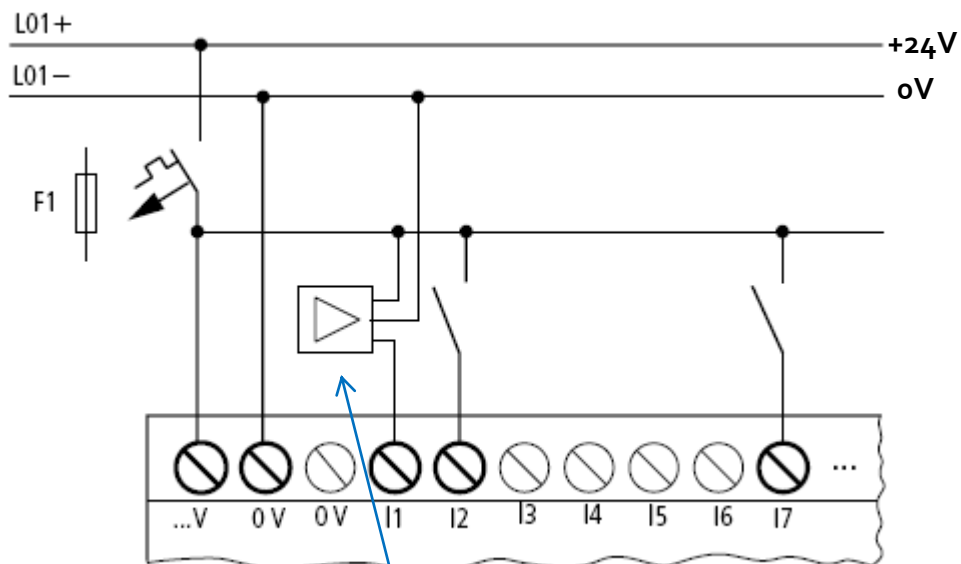
Entradas/Salidas

- Alimentación con 24VDC.
- 12 Entradas digitales (0V/24V).
- 4 Entradas analógicas (0 a +10V).
- 1 Salida analógica (0 a +10V).
- 8 Salidas digitales (0V/24V).

Funciones Internas

- Funciones lógicas.
- Funciones de temporización y de contador.
- Funciones de reloj temporizador.
- Funciones aritméticas.
- Reguladores PID.
- Funciones de manejo y visualización.

Conexión de Entradas Digitales



Detector de
proximidad con salida
de tres hilos

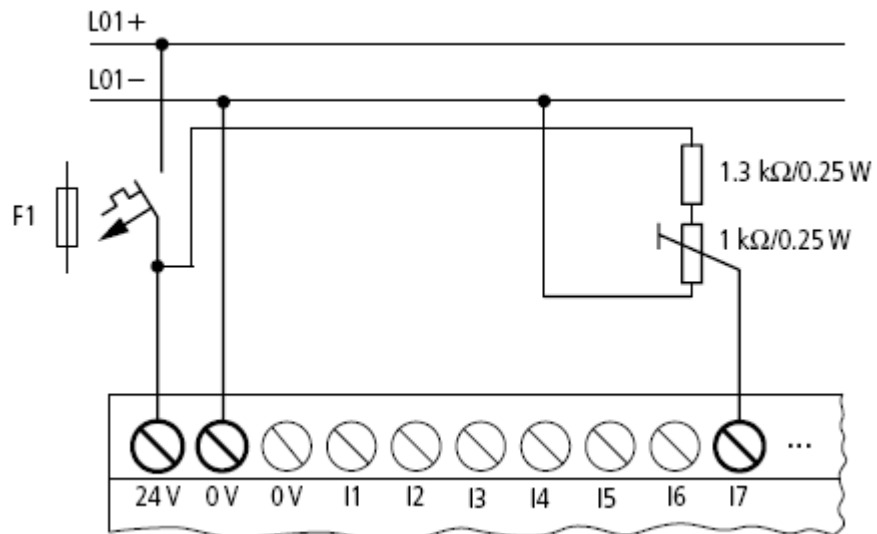
Margen de tensiones de las señales de entrada:

- **I1 hasta I6, I9, I10**
 - Señal **OFF**: 0 hasta 5V (**cero**)
 - Señal **ON**: 15V hasta 24V (**uno**)
- **I7, I8, I11, I12 (las que pueden ser analógicas)**
 - Señal **OFF**: < 8V (**cero**)
 - Señal **ON**: > 8V (**uno**)

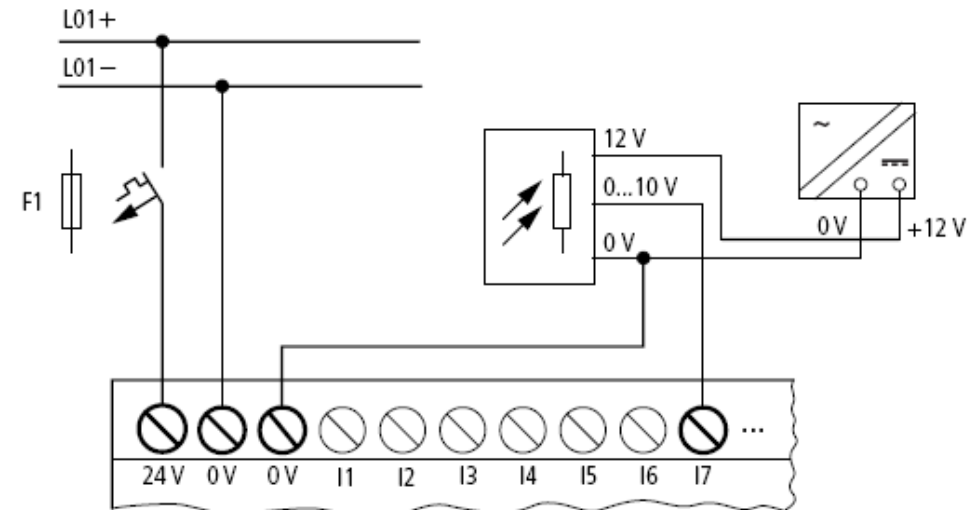
Intensidad de la corriente de entrada:

- **I1 a I6, I9, I10**: 3,3mA a 24V
- **I7, I8, I11, I12**: 2,2mA a 24V

Conexión de Entradas Analógicas



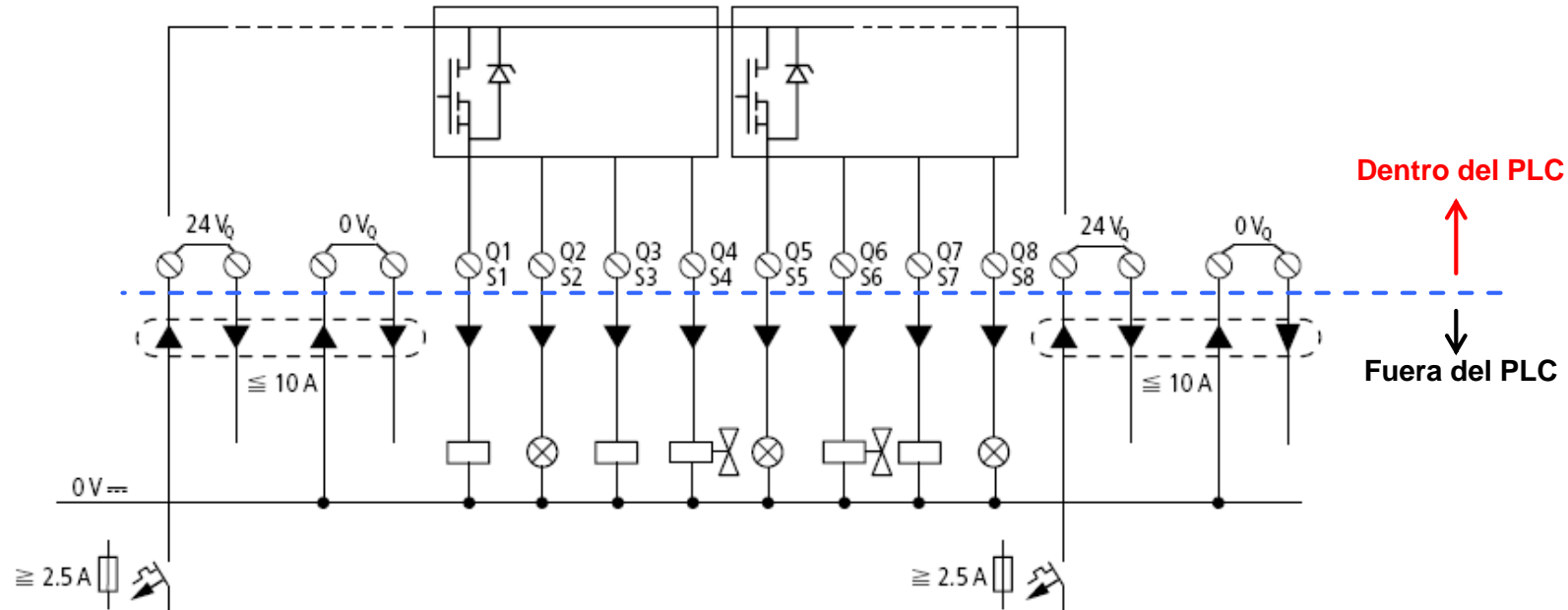
Entrada analógica con potenciómetro.



Entrada analógica con sensor.

Nota: Entrada I7, configurada como analógica.

Conexión de Salidas Digitales



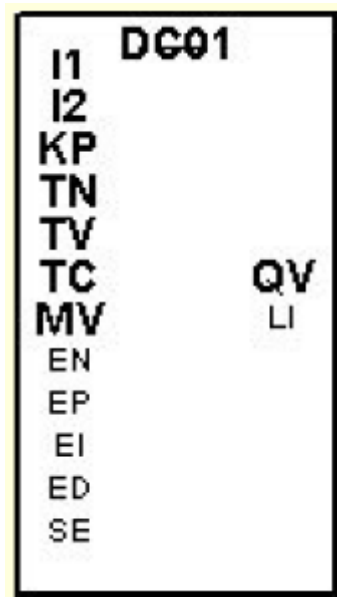
Para aumentar la potencia de salida, se pueden conectar como **máximo cuatro salidas en paralelo**. Con esto, la intensidad de salida aumenta a 2A máx.

Carga Máxima

	R	
24 V=	0.5 A	0.5 A
Q1 - Q4	3 W	
Q5 - Q8	5 W	24 V

EASY822-DC-TC – CONTROLADOR PID

El easy822-DC-TC permite seleccionar **32 módulos controladores PID** (de DC01 a DC32). Cada módulo PID se basa en la ecuación 1, la cual representa la magnitud de ajuste (o acción de control) constituida por una parte proporcional, una parte integral y una parte diferencial.



**Controlador
PID (módulo)**

$$Y(n) = Y_P(n) + Y_I(n) + Y_D(n) \quad (1)$$

- $Y(n)$ = Magnitud de ajuste (acción de control) calculada durante el tiempo de exploración "Tc".
- $Y_P(n)$ = Parte **proporcional** de la magnitud de ajuste durante el tiempo de exploración "Tc" (acción proporcional).
- $Y_I(n)$ = Parte **integral** de la magnitud de ajuste durante el tiempo de exploración "Tc" (acción integral).
- $Y_D(n)$ = Parte **diferencial** de la magnitud de ajuste durante el tiempo de exploración "Tc" (acción derivativa).

La acción de control total $Y(n)$ aplicada a la planta, es calculada por el PLC cada vez que ha finalizado el **tiempo de exploración "Tc"** (valor ajustado por el usuario, que corresponde al periodo de muestreo), luego de obtenerse la diferencia de regulación "e" (error).

EASY822-DC-TC – CONTROLADOR PID

Las ecuaciones utilizadas por el PLC para efectuar el cálculo de los sumandos correspondientes a la acción de control $Y(n)$ son:

$$Y(n) = Y_P(n) + Y_I(n) + Y_D(n)$$

Acción Proporcional:

$$Y_P(n) = K_p [X_S(n) - X_i(n)]$$

Acción Integral:

$$Y_I(n) = K_p (T_c/T_n) [X_S(n) - X_i(n)] + Y_I(n-1)$$

Acción Derivativa:

$$Y_D(n) = K_p (T_v/T_c) [X_i(n-1) - X_i(n)]$$

$$[X_S(n) - X_i(n)] = \text{ERROR}$$

K_p = Amplificación proporcional.

T_n = Tiempo de integración (también llamado tiempo de reajuste).

T_v = Tiempo diferencial del circuito de regulación (tiempo de acción derivativa).

T_c = Tiempo de exploración (periodo de muestreo).

$X_S(n)$ = Valor de consigna durante el tiempo de exploración "n" (**referencia actual**).

$X_i(n)$ = Valor real en el tiempo de exploración "n" (**salida actual**).

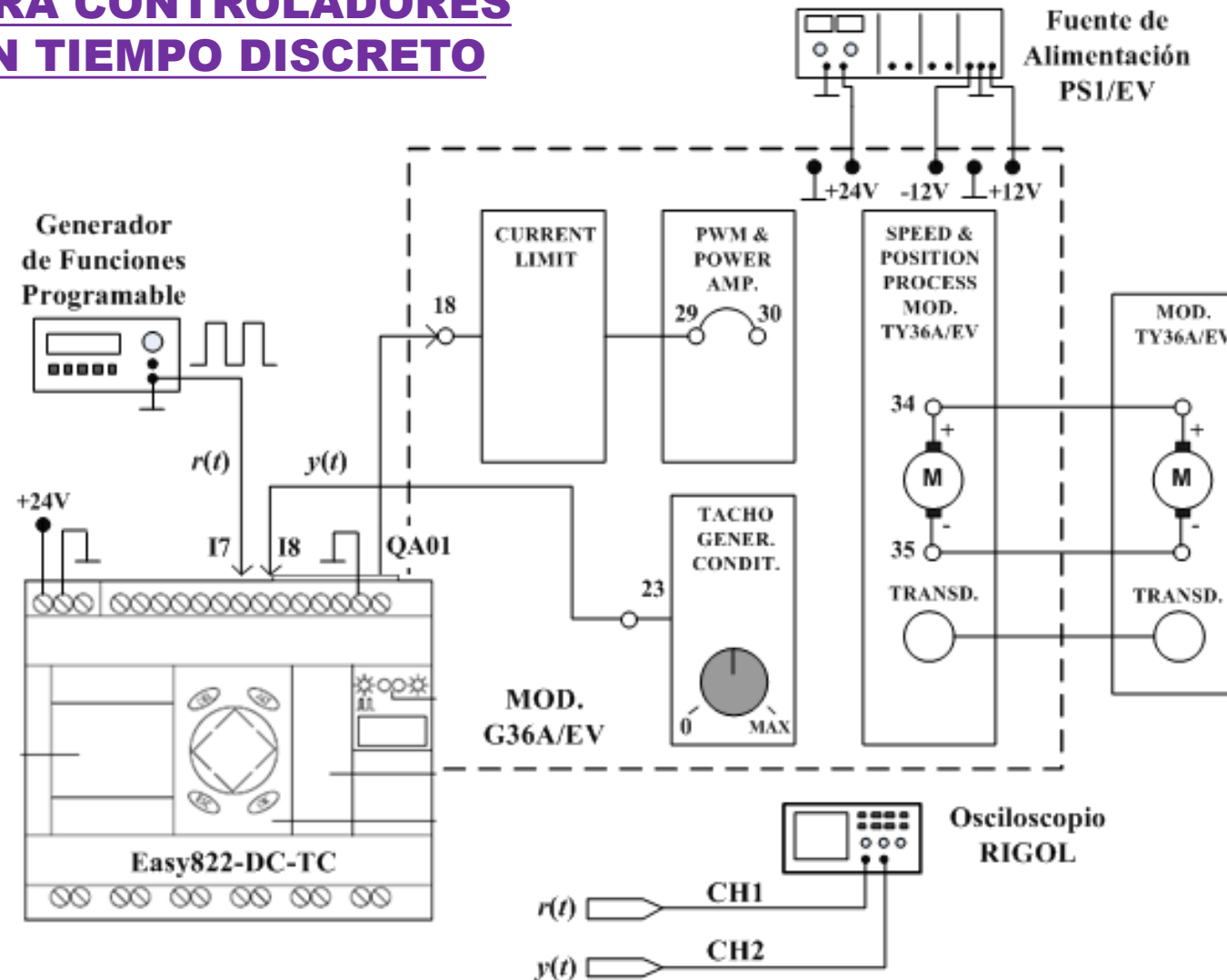
$X_i(n-1)$ = Valor real en el tiempo de exploración anterior "n-1" (**salida en la muestra anterior**).

$Y_I(n-1)$ = Acción integral en el tiempo de exploración anterior "n-1" (**acción integral en la muestra anterior**).

Tabla 1. Límites de valores para los parámetros del módulo PID.

Parámetro	Margen de valores	Ejemplo	
		Valor en la entrada	Valor procesado por el PLC
K_p	de 0 a 65535	1500	15
T_n	de 0 a 65535	250	25s
T_v	de 0 a 65535	200	20s
T_c	de 0 a 65535	500	50s
$X_s(n)$	de -32768 a +32767	--	--
$X_i(n)$	de -32768 a +32767	--	--
$Y(n)$	de 0 a 4095 (unipolar) de -4096 a +4095 (bipolar)	--	--

ESQUEMA PARA CONTROLADORES LINEALES EN TIEMPO DISCRETO



Entradas Analógicas

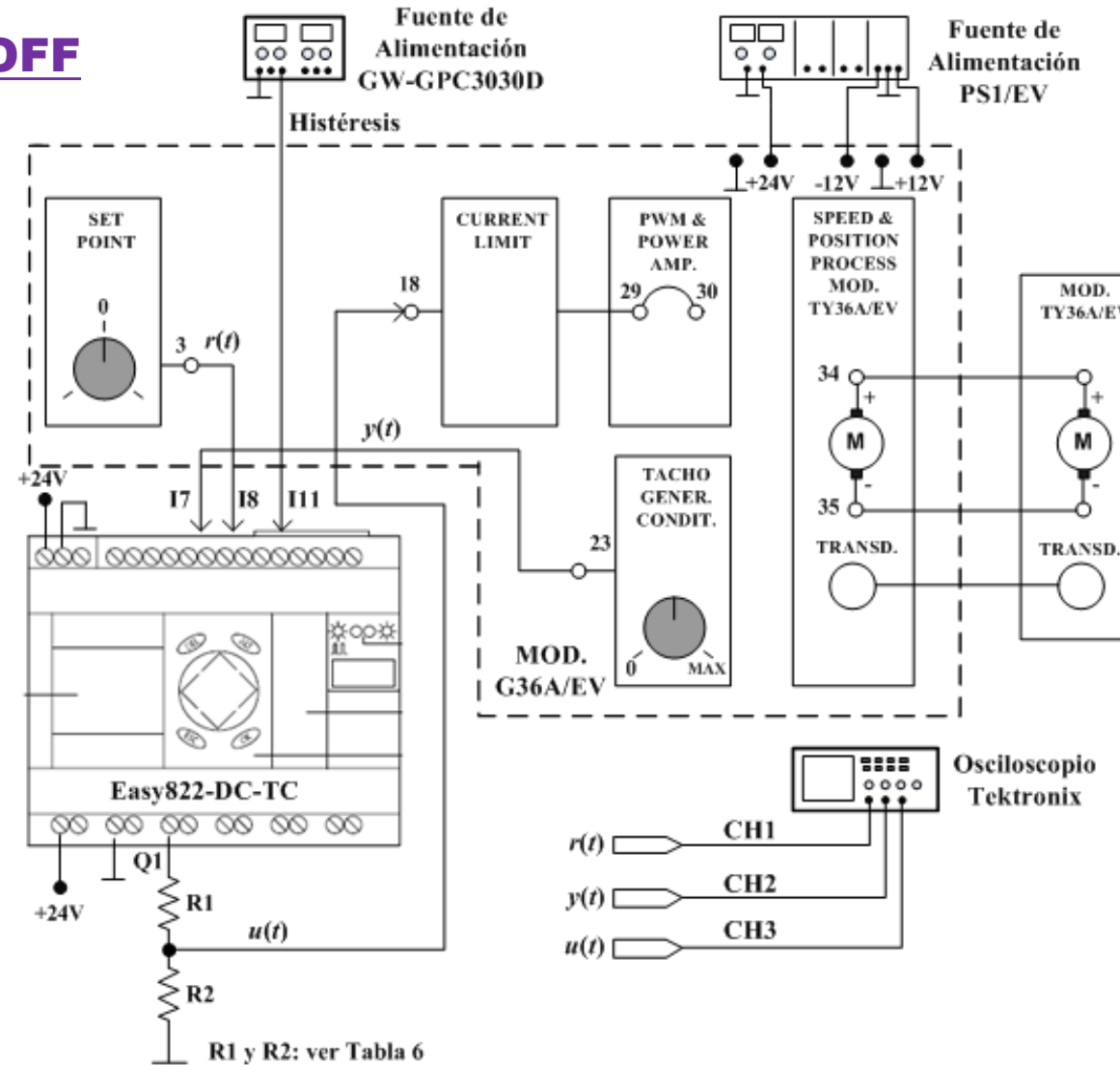
Referencia

Salida (Velocidad)

Salida Analógica

Acción de control

ESQUEMA PARA CONTROLADOR ON/OFF



Entradas Analógicas

Referencia

Salida (Velocidad)

Salida Digital

Acción de control (ON/OFF)

ESQUEMA DE CONTACTOS PARA LAZO CERRADO SIN COMPENSADOR

1_Control_Sin_Compensador.e60 EASY 822-DC-TC - EASY-SOFT 6

Archivo Editar Ver Proyecto Esquema de contactos Simulación Comunicación Osciloscopio Opciones ?

- I - Entrada del aparato base
- R - Entrada del aparato de ampli
- Q - Salida del aparato base
- S - Salida del aparato de ampli
- ID - Indicador de diagnóstico
- M - Marca
- P - Teclas P
- : - Salto
- A - Comparador de valores anal
- AR - Aritmética
- BC - Comparación en bloque
- BT - Transferencia en bloque
- BV - Operación lógica
- C - Relé de contaje
- CF - Contador de frecuencia
- CH - Contador de alta velocidad
- CI - Contador de valor incremen
- CP - Comparador
- D - Pantalla de texto
- DB - Módulo de datos
- DC - Regulador PID
- FT - Filtro de señalización PT1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
001	AR01CY								
002									
003									
004									

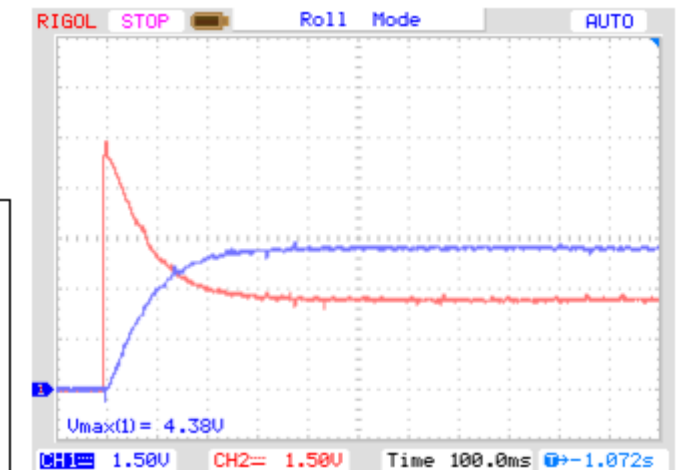
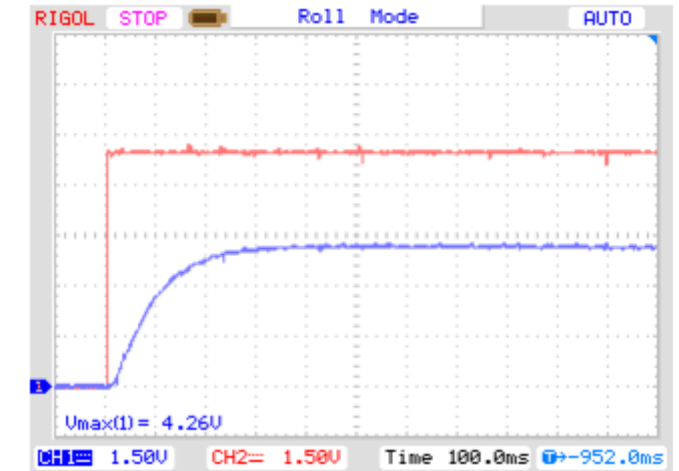
Elemento del esquema de conexiones Parámetro

AR: 1 Comentario:

Entradas de módulo			Salida de módulo			Modo de funcionamiento
Part.	Operando N°		Part.	Operando N°		
I1:	IA - E	1	QV:	QA -!	1	SUB - Resta
I2:	IA - E	2				Pantalla de parámetros
						+ Llamada posible

IA01	I1	AR01	QV	QA01
		SUB		
			CY	
IA02	I2		ZE	

Preparado Memoria: 7904 bytes libre AR - Aritmética AR1



ESQUEMA DE CONTACTOS PARA CONTROLADOR PROPORCIONAL (P)

2_Control_Proporcional.e60 EASY 822-DC-TC - EASY-SOFT 6

Archivo Editar Ver Proyecto Esquema de contactos Simulación Comunicación Osciloscopio Opciones ?

I - Entrada del aparato base
R - Entrada del aparato de ampliación
Q - Salida del aparato base
S - Salida del aparato de ampliación
ID - Indicador de diagnóstico
M - Marca
P - Teclas P
:- Salto
A - Comparador de valores analógico
AR - Aritmética
BC - Comparación en bloque
BT - Transferencia en bloque
BV - Operación lógica
C - Relé de contaje
CF - Contador de frecuencia
CH - Contador de alta velocidad
CI - Contador de valor incremental
CP - Comparador
D - Pantalla de texto
DB - Módulo de datos
DC - Regulador PID
FT - Filtro de señalización PT1
GT - Obtener el valor de la NET
HW - Reloj temporizador semanal

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
001		o	o	o	o	o	o	o	o
002		o	o	o	o	o	o	o	o
003		o	o	o	o	o	o	o	o

Elemento del esquema de conexiones Parámetro

DC: 1 Comentario: proporcional

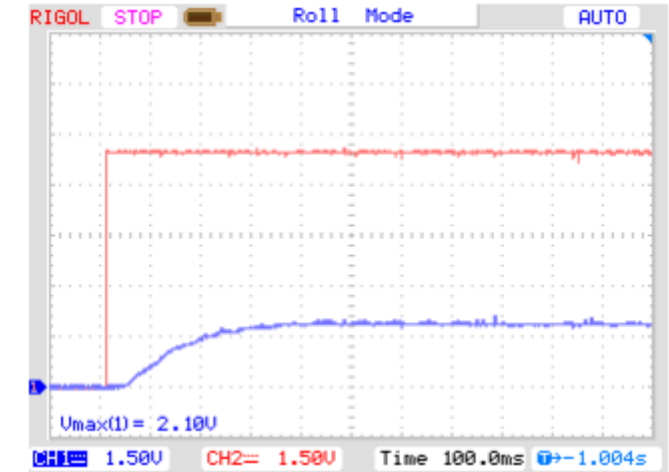
Entradas de módulo				Salida de módulo			
Part.	Operando N°	Part.	Operando N°	Part.	Operando N°	Part.	Operando N°
I1:	IA - E 1	KP:	NU - (50	QV:	QA - ! 1		
I2:	IA - E 2	TN:					
		TV:					
		TC:	NU - (1				
		MV:					

Modo de funcionamiento: UNP - Magnitud de ajuste 0.

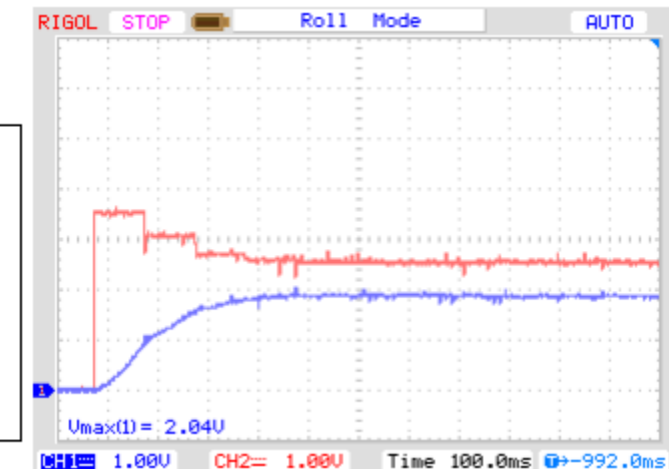
Pantalla de parámetros: + Llamada posible

DC01 UNP QV QA01

IA01 IA02 50 I 1



$K_p=0,5$ y $T_c=0,1$ seg



ESQUEMA DE CONTACTOS PARA CONTROLADOR PI

4_Control_Proportional_Integral.e60 EASY 822-DC-TC - EASY-SOFT 6

Archivo Editar Ver Proyecto Esquema de contactos Simulación Comunicación Osciloscopio Opciones ?

I - Entrada del aparato base
 R - Entrada del aparato de ampliación
 Q - Salida del aparato base
 S - Salida del aparato de ampliación
 ID - Indicador de diagnóstico
 M - Marca
 P - Teclas P
 : - Salto
 A - Comparador de valores analógico
 AR - Aritmética
 BC - Comparación en bloque
 BT - Transferencia en bloque
 BV - Operación lógica
 C - Relé de contaje
 CF - Contador de frecuencia
 CH - Contador de alta velocidad
 CI - Contador de valor incremental
 CP - Comparador
 D - Pantalla de texto
 DB - Módulo de datos
 DC - Regulador PID
 FT - Filtro de señalización PT1
 GT - Obtener el valor de la NET
 HW - Reloj temporizador semanal

Elemento del esquema de conexiones Parámetro

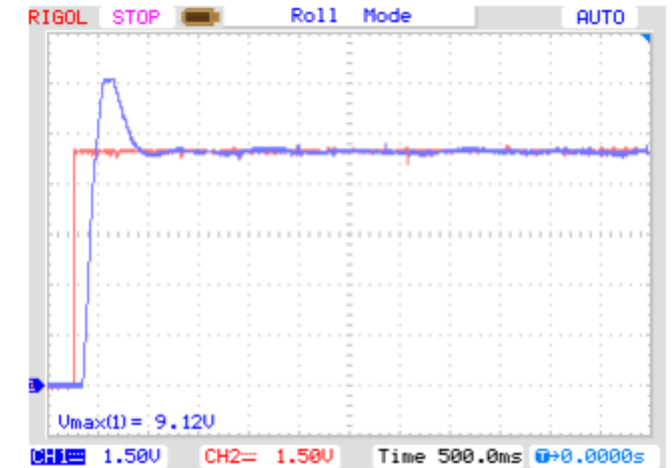
DC: 1 Comentario: Parte Integral

Entradas de módulo		Salida de módulo	
Part.	Operando N°	Part.	Operando N°
I1:	IA - E 1	KP:	NU - (90
I2:	IA - E 2	TN:	NU - (9
		TV:	
		TC:	NU - (1
		MV:	

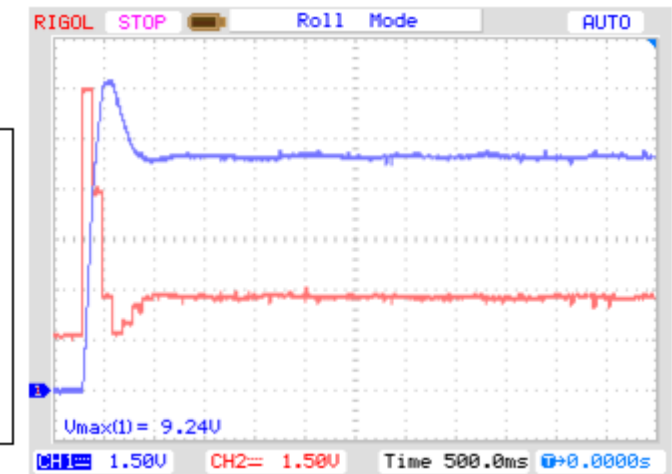
Modo de funcionamiento: UNP - Magnitud de ajuste 0.

Pantalla de parámetros: + Llamada posible

DC - Regulador PID DC1



$K_p=0,7$ $T_n=0,2\text{seg}$ y $T_c=0,1\text{seg}$



ESQUEMA DE CONTACTOS PARA CONTROLADOR PID

5_Control_Proportional_Integral_Derivativo.e60 EASY 822-DC-TC - EASY-SOFT 6

Archivo Editar Ver Proyecto Esquema de contactos Simulación Comunicación Osciloscopio Opciones 2

- I - Entrada del aparato base
- R - Entrada del aparato de ampliación
- Q - Salida del aparato base
- S - Salida del aparato de ampliación
- ID - Indicador de diagnóstico
- M - Marca
- P - Teclas P
- : - Salto
- A - Comparador de valores analógico
- AR - Aritmética
- BC - Comparación en bloque
- BT - Transferencia en bloque
- BV - Operación lógica
- C - Relé de contaje
- CF - Contador de frecuencia
- CH - Contador de alta velocidad
- CI - Contador de valor incremental
- CP - Comparador
- D - Pantalla de texto
- DB - Módulo de datos
- DC - Regulador PID
- FT - Filtro de señalización PT1
- GT - Obtener el valor de la NET
- HW - Reloj temporizador semanal
- HY - Reloj temporizador anual
- JC - Salto condicional

Elemento del esquema de conexiones Parámetro

DC: 1 Comentario: PID

Entradas de módulo	Part.	Operando Nº	Part.	Operando Nº
I1:	IA - E	1	KP:	NU - (5
I2:	IA - E	2	TN:	NU - (8
			TV:	NU - (8
			TC:	NU - (1
			MV:	

Salida de módulo

Part. Operando Nº

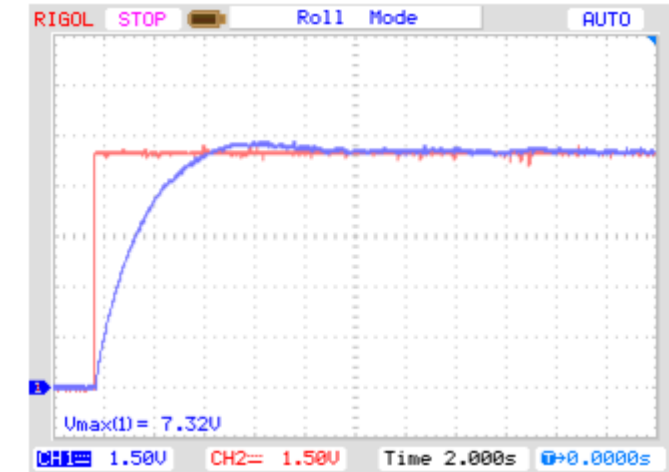
QV: QA - ! 1

Modo de funcionamiento

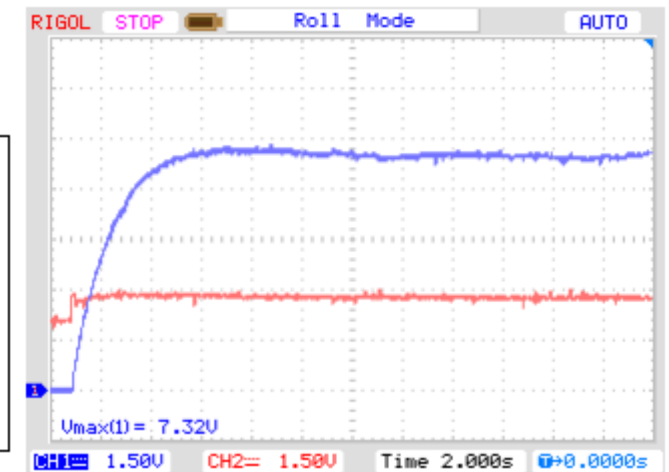
UNP - Magnitud de ajuste 0.

Pantalla de parámetros

+ Llamada posible



$K_p=0,1$ $T_n=1,2\text{seg}$ $T_v=0,4\text{seg}$
 $T_c=0,1\text{seg}$



ESQUEMA DE CONTACTOS PARA CONTROLADOR ON/OFF

The screenshot shows the EASY-SOFT 6 interface. On the left is a component library with various modules like comparators, counters, and relays. The main area displays a contact diagram with terminals A through I and a coil labeled A01Q1. Below the diagram, the 'Elemento del esquema de conexiones' window shows the configuration for module A01, including input assignments (I1, I2, F1, OS, HY) and operating modes (GT, CY).

Entradas de módulo:

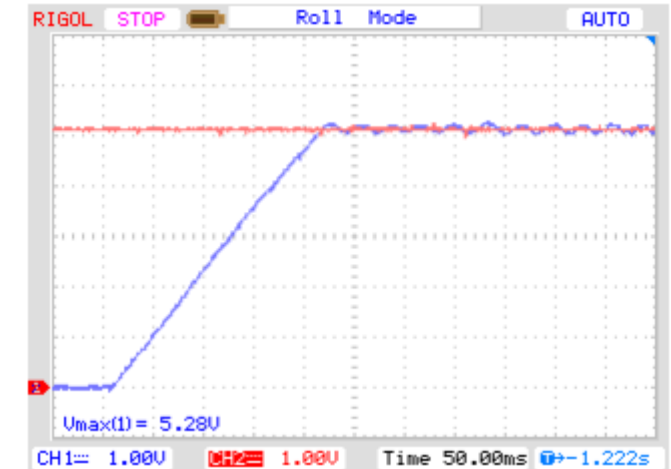
Part.	Operando	Nº	Part.	Operando	Nº
I1:	IA - E	1	OS:		
F1:			OS:		
I2:	IA - E	2	HY:	IA - E	3
F2:					

Modo de funcionamiento: GT: mayor (I1 > I2)

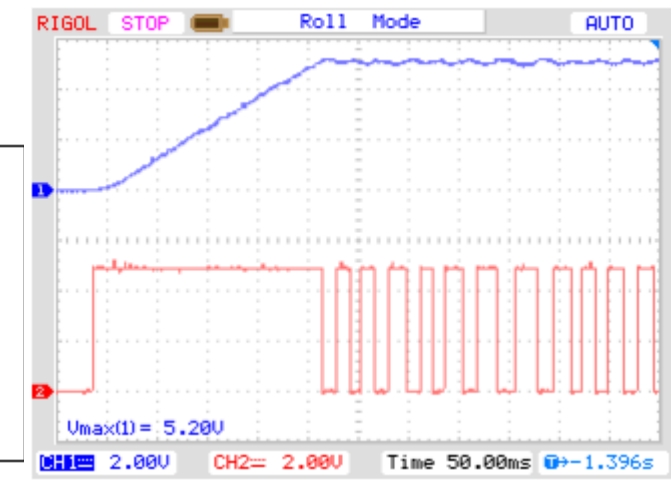
Pantalla de parámetros: + Llamada posible

Detalle del módulo A01:

IA01	I1	A01
IA02	I2	
	F1	
	F2	GT
	OS	Q1
IA03	HY	CY



$IA1 > IA2$ con HY igual a IA3



PLC COMERCIALES

