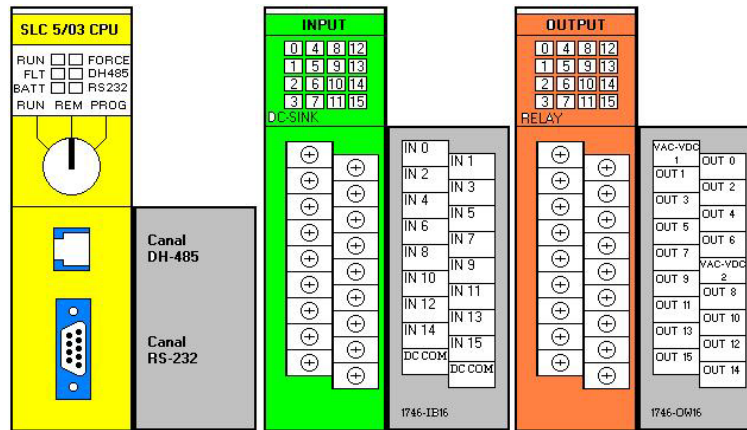


VARIABLES ANÁLOGAS EN PROGRAMADORES



El direccionamiento de los canales o entradas análogas en los módulos del Allen Bradleys para Programador SLC 503 ,es el siguiente

1746 -NI4 , y 1746 - NO4I

Se poseen 4 canales de direccionamiento en formato tipo palabras por lo tanto existen desde el 0 hasta el 3

Ejemplo: Si deseamos direccionar el canal de entrada análoga 2 en el slot 3 debemos escribir **I:3.2**

Para Modulo N04I el criterio es el mismo como es modulo 4 **O:4.0** que es la palabra análoga de salida 0

| | msb | | | | | | | | | | | | | lsb | |
|--------------|-----------|-----------|--|--|--|------------|------------|--|--|--|--|----------|----------|----------|----------|
| I:e.0 | 15 | 14 | | | | CH0 | IN | | | | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| I:e.1 | | | | | | CH1 | | | | | | | | | |
| I:e.2 | | | | | | CH2 | | | | | | | | | |
| I:e.3 | | | | | | CH3 | | | | | | | | | |
| O:e.0 | | | | | | CH0 | OUT | | | | | | | X | X |
| O:e.1 | | | | | | CH1 | OUT | | | | | | | X | X |
| O:e.2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| O:e.3 | | | | | | | | | | | | | | | |

NUMERO DE SLOT ES **e** X ES BIT NO USADO

La señales de tensión y corriente se convierten en señales de 16 bits con dos bits para complementos binarios

La tabla identifica la relación de rangos para tensiones y corrientes en las entradas de los canales análogos

| Rango de Tensión y Corriente | Representación decimal | Bits significativos | Resolución |
|------------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| -10vcc a +10vcc 1LSB | -32768 a +32767 | 16 bits | 305.176µv |
| 0 a 10vcc 1LSB | 0 a 32767 | 15 bits | |
| 0 a 5vcc | 0 a 16384 | 14 bits | |
| 1 a 5vcc | 3277 a 16384 | 13.67 bits | |
| -20 a +20ma | -16384 a +16384 | 15 bits | 1,22070µv |
| 0 a 20ma | 0 a 16384 | 14 bits | |
| 4 a 20ma | 3277 a 16384 | 13,67 bits | |

Para determinar la tensión o corriente de acuerdo a un valor de entrada se aplica:

$$\frac{10v}{32767} \times \text{valor.entrada} = \text{voltaje.entrada}$$

$$\frac{10v}{32767} \times x - 16201 = -4.8922 \quad \text{si valor de entrada es } -16201$$

$$\frac{20ma}{16384} \times 4096 = 5ma \quad \text{si valor de entrada es } 4096$$

Salida Análoga NIO4I

| Rango de Tensión y Corriente | Representación decimal | Bits significativos | Resolución |
|------------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| 0 a -21ma 1LSB | 0 a +32767 | 13 bits | 2,56348µA |
| 0 a 20ma | 0 a 31208 | 12.92 bits | |
| 4 a +20ma | 6242 a +31208 | 15 bits | |

Las siguientes expresiones determinan las tensiones y corrientes de salida, para un **valor decimal**

$$\frac{32768}{21ma} \times 4ma = 6242$$

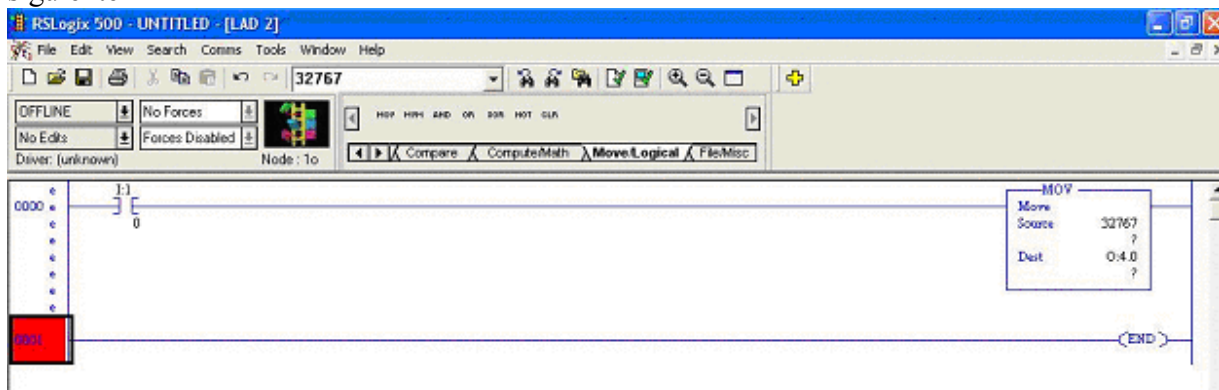
$$\frac{32768}{10vcc} \times 1vcc = 3277$$

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|
| | | | | | | | | | | | | | | LSB | |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | X | X |

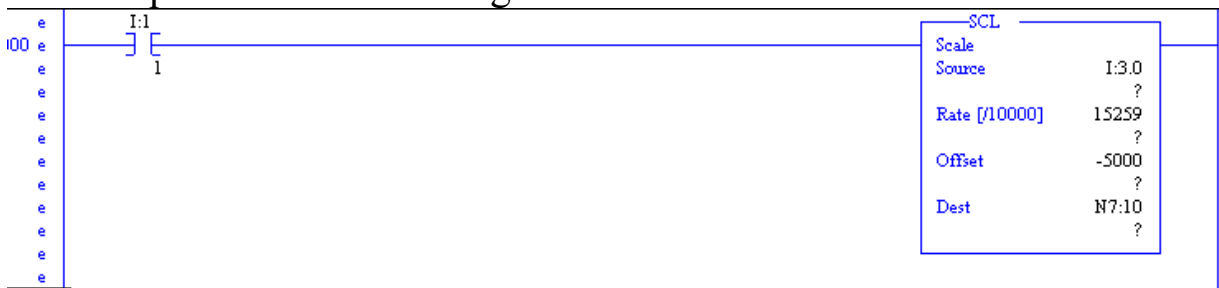
X Bit no empleados

ALLEN BRADLEY EJEMPLO : INSTRUCCION PARA ESCALAMIENTO

Supongamos se desea configurar el Programador con CPU en slot 0 y un modulo discreto de entradas en slot 1 además de un modulo de salidas análoga en slot 4 se puede programar lo siguiente



Significa que si I:1/0 es verdadero la cantidad 32767 se moverá hacia el destino que es la salida análoga 0 en slot 4



Aquí aparecen valores que tienen que ver con rango a medir en la variable de entrada o salida

La instrucción "escalamiento" esta relacionada con la adaptación de los valores de tensión o de corriente que están normalizados en diversos estándares para medir un determinado fenómeno físico.

Los sensores o Transductores en la mayoría de los casos vienen linealizados por el fabricante, para una aplicación en particular por lo tanto se trabaja con líneas rectas

Lo mismo rige para los actuadores que en su mayoría responden a los estándares ya mencionados

Para aclarar el punto anterior se puede mencionar como ejemplo :

Se desea medir: Un rango de temperatura entre 0°C y 200°C
Un nivel de un liquido entre 2 y 16 mts
La velocidad de un motor entre 500 y 3000 RPM

La pregunta es

¿Cómo adaptamos estos rangos de fenómenos físicos diferentes a 4 y 20 ma que es un estándar de corriente para entradas y salidas en programadores?

¿Cómo adaptamos a 0 y 10v que es otro estándar?

La respuesta esta en el concepto de escalamiento

Cada entrada y salida analógica cuenta con un determinado número de bits que da la resolución y depende del fabricante y del modelo a emplear

El modelo 503 de Allen Bradley tiene la siguiente características en su módulo de entrada analoga 1746-NI4 según su numero de bit en la palabra

| CORRIENTE [mA] | TENSIÓN [V] | N° DE CUENTA |
|----------------|-------------|--------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 3277 |
| 20 | 5 | 16384 |

Tabla 1

El slot de entradas analógicas NI4, que está direccionado en el rack como I:3.0 transforma los valores de tensión a valores fluctuantes entre 0 y 16384, que son llamados **números de cuenta**. La comparación entre corriente, tensión y estos números se indica en la tabla 1. El valor esta relacionado con el numero de bits

LA INSTRUCCIÓN MATEMÁTICA SCL:

Escalamiento

La instrucción SCL permite la lectura de las **señales de entrada y salida analoga** en los módulos 1746 NI4 (I:3.x) y 1746 NO4I (O:4.x).

La función SCL se muestra en la figura 1.

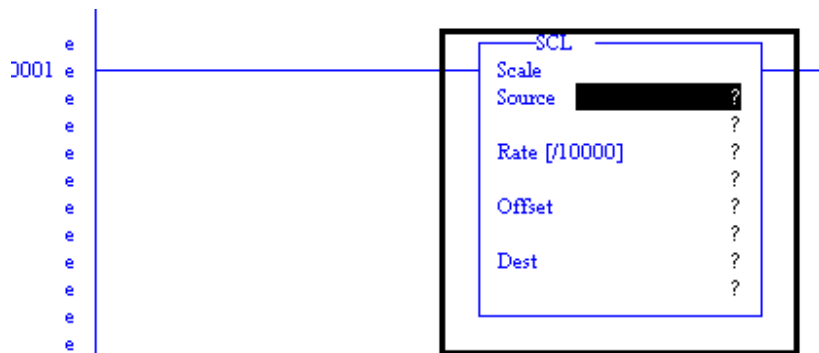


Fig. 1

Source es un direccionamiento de memoria.o entradas

Rate es un valor positivo o negativo que será **dividido por 10000**. Puede ser una constante de programa o un direccionamiento.

Offset puede ser una constante del programa o un direccionamiento.

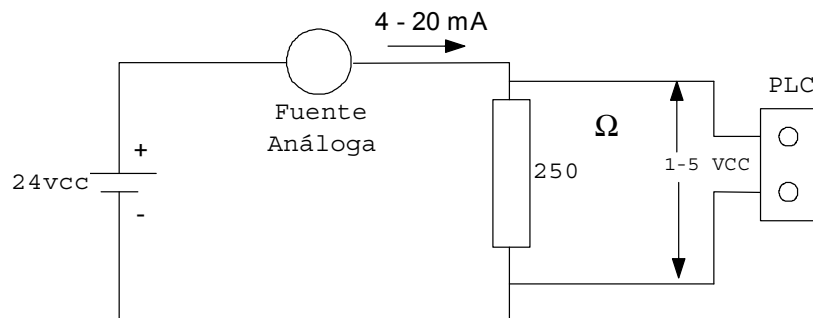
Dest direccionamiento de salida.

CÁLCULOS PARA EL ESCALAMIENTO DE LAS SEÑALES ANÁLOGAS.

En el programa de RS LOGIX se utilizaran 2 entradas análogas, a modo de ejemplo:

Una de ellas para la medida de temperatura y la otra para la medida de corriente.

Ambas señales deben entrar al PLC como tensión entre 1 a 5 [V], pero como la mayoría de los transductores que se encuentran en el mercado trabajan con corriente entre 4 a 20 [mA], se utilizó una resistencia de 250 Ω para dicha conversión. Ver circuito 1



Circuito 1

NOTA: El controlador ALLEN-BRADLEY cuenta con una fuente de 24 VCC.

Recordemos que

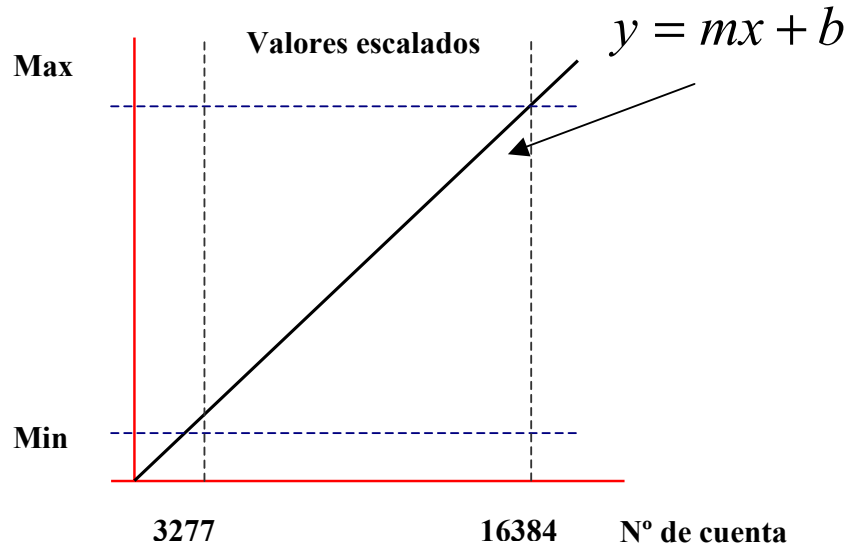
| CORRIENTE [mA] | TENSIÓN [V] | N° DE CUENTA |
|----------------|-------------|--------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 3277 |
| 20 | 5 | 16384 |

TABLA 1

Los siguientes datos usados en el módulo de entradas análogas NI4 muestran el direccionamiento de entrada, rango de chequeo y escalamiento de las entradas análogas a las unidades de ingeniería.

La gráfica siguiente es una función matemática del tipo $y = mx + b$

Valor escalado significara adecuar la variable a medir a su lectura máxima y mínima en el proceso con la salida o entrada análoga y su numero de bits respectivos



En este grafico se considera la variable análoga de 4 a 20 ma

Gráfico 1

Donde:

y = Salida escalada

m = Pendiente (**Rate**)

x = Valor análogo de entrada

b = **Offset**

Los valores de Rate (pendiente) y Offset son utilizados en la [función SCL](#) y son calculados de la siguiente manera:

Pendiente
$$RATE = \frac{EscaladoMax - EscaladoMin}{InputMax - InputMin}$$

$$OFFSET = EscaladoMin - (InputMin * Rate)$$

Estos valores se aplican a la instrucción matemática SCL.

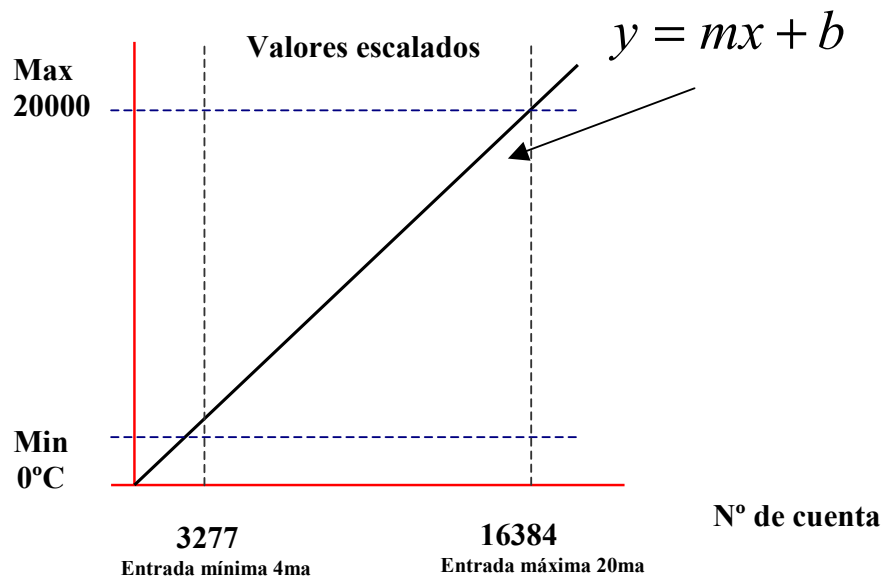
Cuando esta instrucción es verdadera, el valor que está en el direccionamiento de la fuente (Source) es multiplicado por el valor de Rate/10000. El resultado **redondeado** es sumado con el valor de Offset y colocado en el destino.

A continuación se detalla dicha instrucción.

Elección de un Escalamiento Para la Entrada de Temperatura.

A continuación se detalla una pauta de escalamiento de la entrada análoga de temperatura con usada en el ejemplo:

- a) Primero se deben dar los **rangos máximo y mínimo** de temperatura.
- b) Los rangos escogidos fueron 0° a 200°C para que la temperatura trabaje en el punto medio de la recta asumiendo que se emplea una sonda tipo Pt.
- c) En el programa estos valores fueron escalados de 0 a 20000 para dividirlos por 100 en el software de monitoreo y así obtener los decimales, ya que el programa de RS Logic no soporta decimales. En otras palabras se multiplica y se divide por 100
- d) 4 [mA] = 0 → (0° C Valor Mínimo Escalado)
- e) 20 [mA] = 20000 → (200°C Valor Máximo Escalado)



Gráfica 2

2 Cálculo Para El Escalamiento De Temperatura.

$$RATE = \frac{EscaladoMax - EscaladoMin}{InputMax - InputMin} \quad pendiente = m = RATE = \frac{20000 - 0}{16384 - 3277}$$

Este valor se multiplicó por 10.000 para ser agregado al programa del PLC

$$RATE = 1,5259$$
$$RATE = 15259$$

$$OFFSET = EscaladoMin - (InputMin * Rate)$$

$$OFFSET = 0 - (3277 * 1.5259)$$

b=OFFSET

La ecuación fundamental queda de la siguiente manera:

$$OFFSET = -5000$$
$$y = 1,5259 * x + (-5000)$$

Ejemplo: Si "x" tomara el valor de 4919. La ecuación queda:

$$y = 1,5259 * 4919 + (-5000)$$

$$y = 7505,9 - 5000$$

$$y = 2505,9$$

La instrucción SCL quedará de la siguiente manera:

| SCL | |
|-----------------|-------|
| SCALE | |
| Source | I:3.1 |
| | 4919 |
| Rate [/10000] | 15259 |
| Offset | -5000 |
| Dest | N7:10 |
| | 2506 |

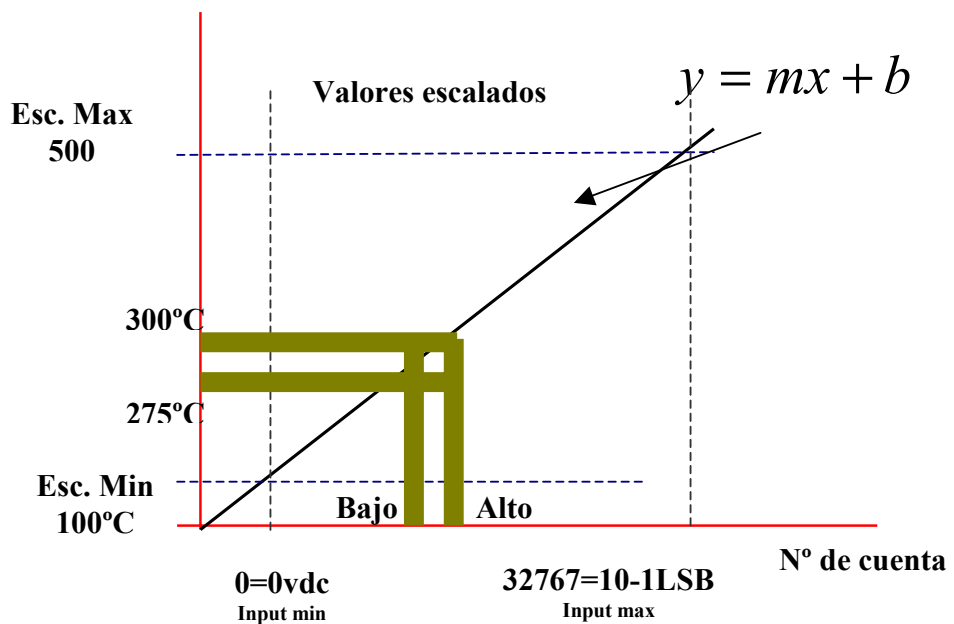
Fig. 2

Nótese que el programador redondea a 2506 con un valor de Y= 2505,9

Ejemplo 2

Asumamos que:

- Un transductor de temperatura con salida 0 10v esta alambrado al segundo canal
- El transductor tiene una señal de tensión proporcional a un rango de 100°C a 500°C
- El procesos debe regularse entre 275°C y 300°C



Gráfica 2

$$\text{Valor escalado} = \text{Input} * \text{rate} + \text{offset}$$

2 Cálculo Para relaciones lineales

$$\text{RATE} = \frac{\text{EscaladoMax} - \text{EscaladoMin}}{\text{InputMax} - \text{InputMin}} \quad \text{pendiente} = m = \text{RATE} = \frac{500 - 100}{32767 - 0}$$

$$\text{RATE} = 0.0122074$$

Este valor se multiplica por 10.000 para ser agregado al programa del PLC

RATE = 122

$$OFFSET = EscaladoMin - (InputMin * Rate)$$

$$OFFSET = 100 - 0 * (400 / 32767)$$

b=OFFSET

$$OFFSET = 100$$

La ecuación fundamental queda de la siguiente manera:

$$y = 122 * x + (100)$$

Ejemplo: Si temperatura baja es "275°C y temperaturab alta 300°C"

La ecuación queda:

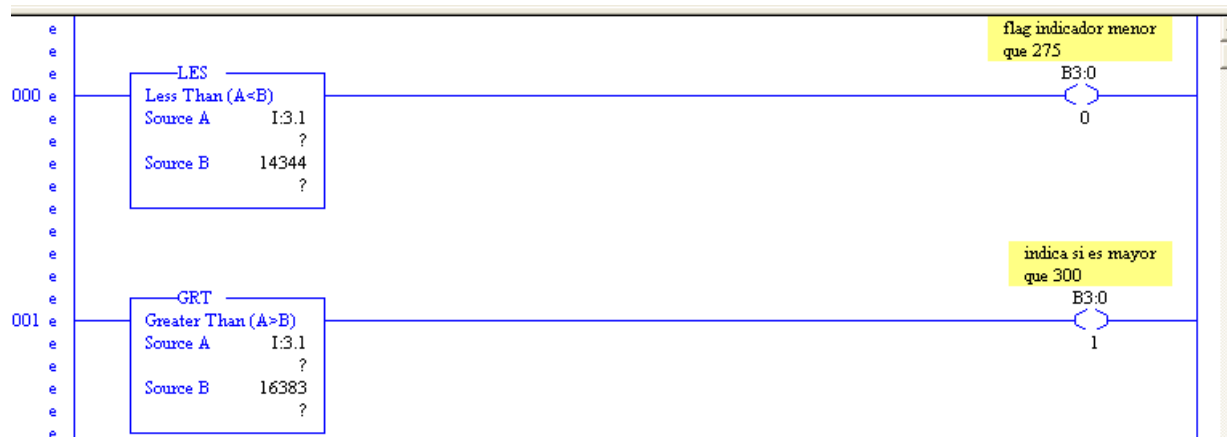
$$input_low = \frac{275 - 100}{400 / 32767}$$

$$input_low = 14.344$$

$$input_high = \frac{300 - 100}{400 / 32767}$$

$$input_high = 16.383$$

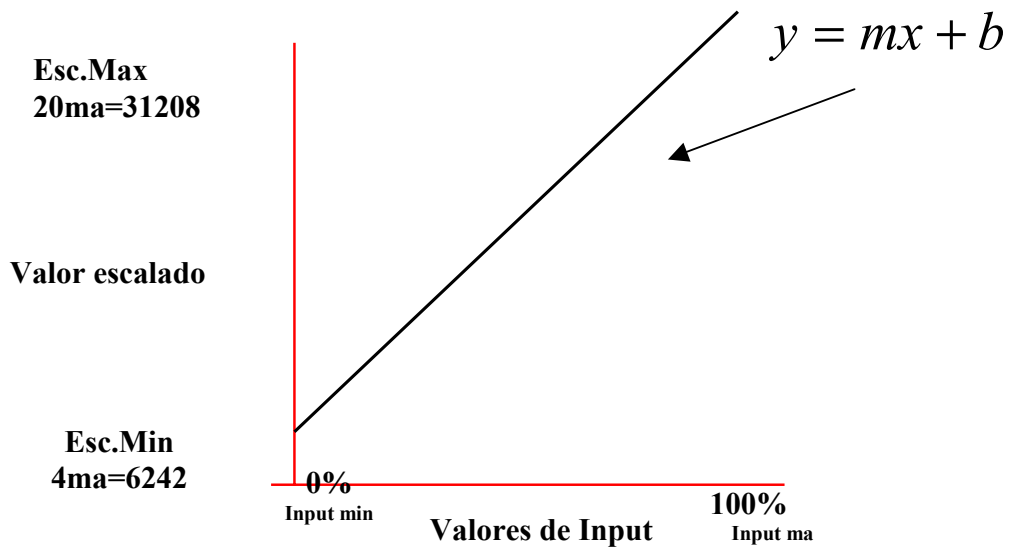
Se puede programar para que opere un ventilador o un calefactor si escapa de los rangos fijados por el escalamiento



Direccionamiento y escalado de salidas

Asumamos que:

- La salida analógica esta es 1746 - NI04I y esta en slot 4 del SLC 500
- Hay conectada una válvula para control de flujo al canal 0
- La válvula acepta 4 a 20 ma como señal proporcional para variar de 0 a 100% en la apertura. En este ejemplo asumiremos que la señal no puede venir en otro rango que no sea de 4 a 20 ma



La ecuación de la recta $y = mx + b$

$$\text{valor_escalado} = y = (\text{input_valor} * \text{rate}) + \text{offset}$$

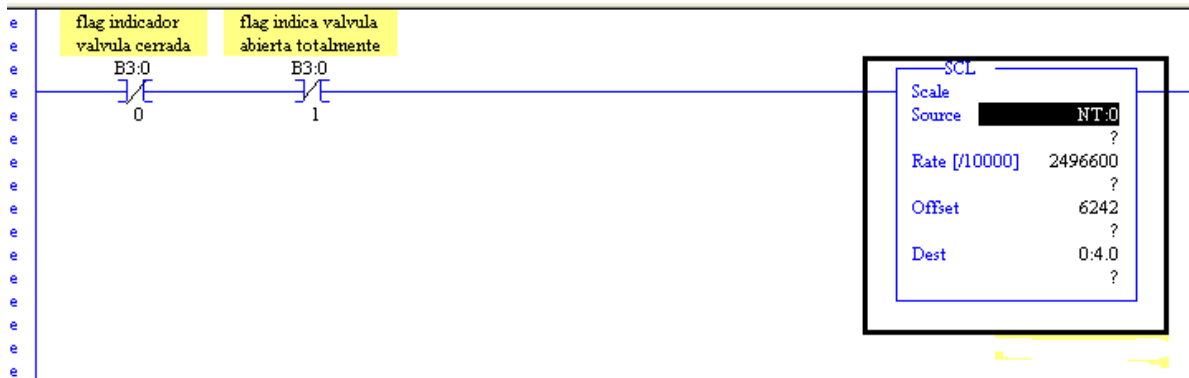
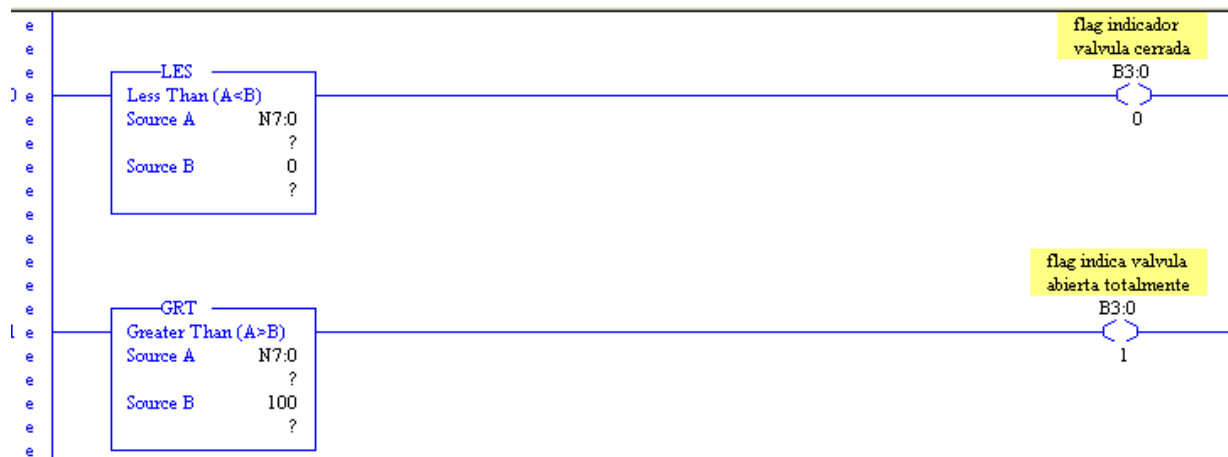
$$\text{RATE} = \frac{\text{EscaladoMax} - \text{EscaladoMin}}{\text{InputMax} - \text{InputMin}}$$

$$\text{RATE} = \frac{31208 - 6242}{100 - 0} = \frac{24966}{100}$$

$$OFFSET = EscaladoMin - (InputMin * Rate)$$

$$OFFSET = 6242 - (0 * (\frac{24966}{100})) = 6242$$

$$valor_escalado = y = (input_valor * 24966) + 6242$$

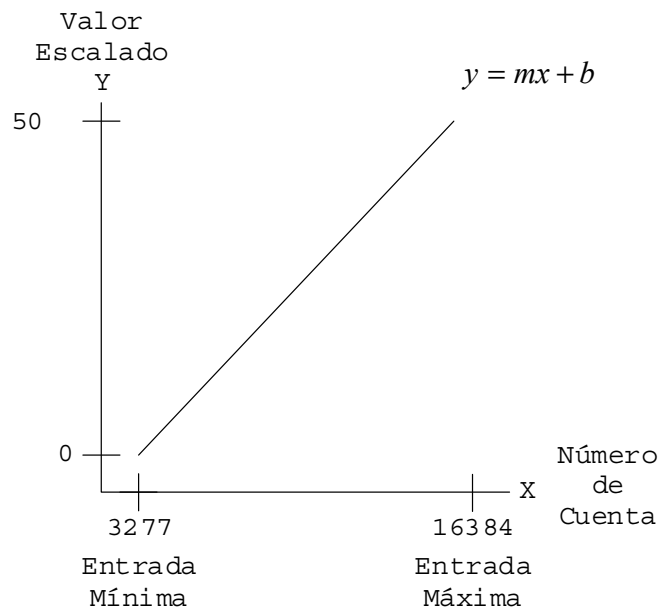


Elección Para el Escalamiento de Corriente.

A continuación se detalla la elección del escalamiento de la entrada análoga de corriente usada en el programa:

- a) La entrada análoga de corriente se trabaja con un rango de 4 a 20 [mA].
- b) Se deben dar los rangos máximo y mínimo de corriente.
- c) Los rangos escogidos fueron 0 a 5 [A].
- d) En el programa estos valores fueron escalados de 0 a 50 para dividirlos por 10 en el software de monitoreo, y así obtenerlos con un decimal.
- e) 4 [mA] = 0 Valor Mínimo Escalado
- f) 20 [mA] = 50 Valor Máximo Escalado

La gráfica de $y = mx + b$ (3), queda de la siguiente manera:



Cálculo Para El Escalamiento De Corriente.

$$m=\text{Rate} \qquad y = mx + b$$

$$\text{RATE} = \frac{\text{EscaladoMax} - \text{EscaladoMin}}{\text{InputMax} - \text{InputMin}}$$

$$\text{RATE} = \frac{50 - 0}{16384 - 3277}$$

$$\text{RATE} = .0038$$

$$\text{RATE} = 38$$

Este valor se multiplicó por 10.000 para ser agregado al programa de PLC en instrucción SLC

$$b=\text{OFFSET}$$

$$\text{OFFSET} = \text{EscaladoMin} - (\text{InputMin} * \text{Rate})$$

$$\text{OFFSET} = 0 - (3277 * 0,0038)$$

$$\text{OFFSET} = -13$$

La ecuación fundamental queda de la siguiente. manera:

$$y = 0,0038 * x + (-13)$$

Ejemplo: Si "x" tomará el valor 0.

La ecuación queda

$$y = 0,0038 * 0 + (-13)$$

$$y = 0 - 13$$

$$y = -13$$

La instrucción SCL quedará de la siguiente manera:

| |
|-----------------|
| SCL |
| SCALE |
| Source I:3.0 |
| 0 |
| Rate [10000] 38 |
| Offset -13 |
| Dest N7:14 |
| -13 |

Fig. 3