

	<b>Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar</b>  Memoria de Cálculo	
---	---	---

## **Anexo III: Lazo de corriente en instalaciones industriales. Tipos y modos de funcionamiento.**

### **1. Introducción**

Las señales analógicas en entornos industriales viene regulada por la norma ANSI/ISA-S50.1-1982(R1992) (Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments), que establece los siguientes tipos de señales:

- Salida de tensión:
  - Rango 0/5 V
  - Rango -5/+5 V
  - Rango 0/10 V
  - Rango -10/+10V
- Salida de corriente:
  - Rango 0/20mA
  - Rango 4/20mA

En concreto debemos detallar los tipos y modos de funcionamiento de la salida de corriente.

El lazo de corriente es ampliamente empleado en procesos industriales de control. La principal ventaja, es que la señal no se ve afectada por la caída de tensión que se produce en la línea, lo que permite controlar actuadores u obtener medidas de sensores colocados a grandes distancias (1000m e incluso más).

La salida del transmisor es de corriente y proporcional a la variable que se desea transmitir. Normalmente se emplean 4 mA para representar el nivel bajo del rango y 20 mA el nivel alto. De este modo, permite al receptor detectar si se ha producido algún fallo en la línea de transmisión e incluso alimentarse del propio lazo de corriente.

José María Fernández Olmo Versión: 2.00	Página 153 de 245 Fecha de Actualización: 27/12/2012
--	---



## Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar

Memoria de Cálculo

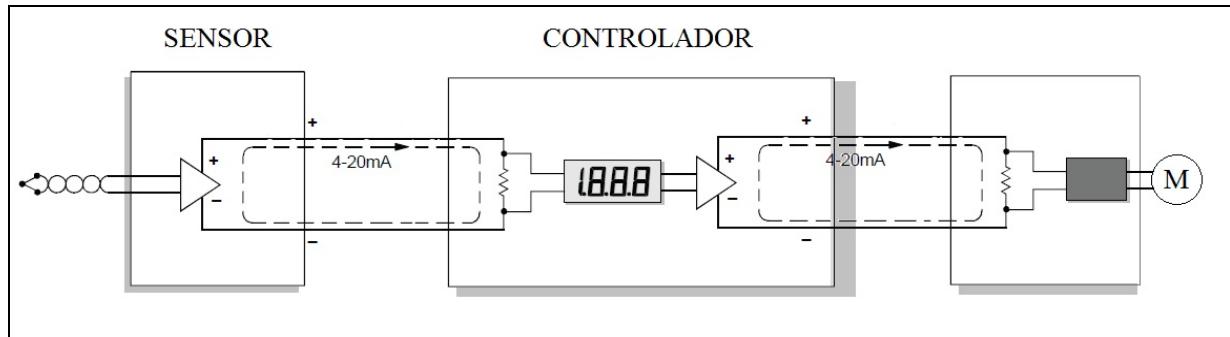


Figura 165: Esquema básico lazo de corriente

## 2. Modos de funcionamiento

Existen tres modos de funcionamiento:

### 2.1. Dos hilos

Mediante dos líneas, se provee energía y se extrae la corriente proporcional a la variable sensada. Se considera al receptor como flotante, ya que la fuente de alimentación se encuentra en el receptor.

El uso de 2 hilos facilita la instalación, pero demanda una electrónica más compleja en el transmisor.

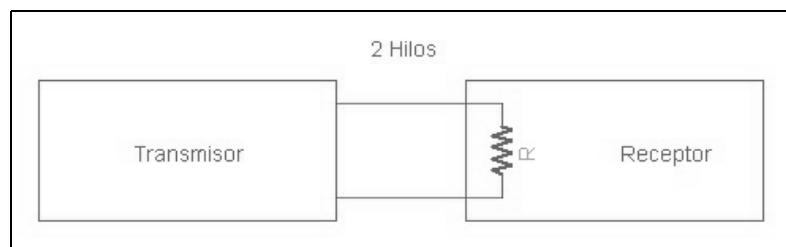


Figura 166: Lazo de corriente: 2 Hilos

### 2.2. Tres hilos

Mediante una línea se alimenta al transmisor, otro hilo corresponde al lazo de corriente y el tercer hilo es común entre el transmisor, la fuente y el receptor. En este modo se obtiene una electrónica más simple en el transmisor, por el uso de un hilo adicional en las conexiones.



## Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar

Memoria de Cálculo

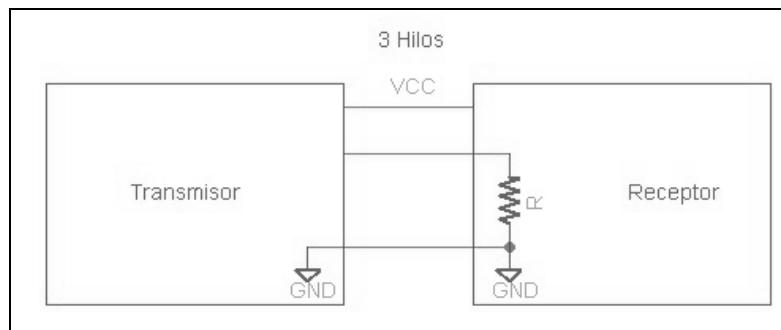


Figura 167: Lazo de corriente: 3 Hilos

### 2.3. Cuatro hilos

Este transmisor es el resultado de la combinación de los dos anteriores. Mediante dos líneas se provee de la señal de salida 4/20mA y se usan dos líneas adicionales para la alimentación. El receptor se considera como una carga flotante.

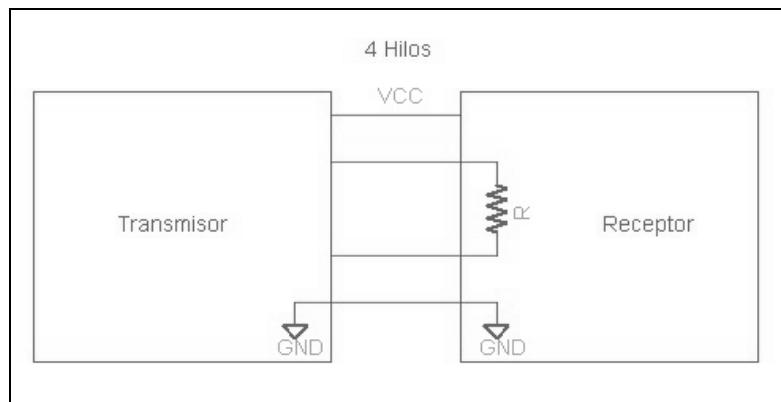


Figura 168: Lazo de corriente: 4 Hilos

## 3. Resistencia de carga y clasificación de los transmisores

Normalmente, el receptor convierte la corriente en su equivalente a tensión para a continuación digitalizar la señal. Para esta tarea, el receptor emplea en la mayoría de los casos una resistencia de precisión RR. La línea de transmisión también supone una resistencia en serie RL. Estas resistencias producirán una caída de tensión proporcional a la corriente.



## Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar

Memoria de Cálculo



$$V_R = I \cdot R_R \quad V_L = I \cdot R_L$$

En el transmisor también se produce una caída de tensión  $V_T$ , para generar la corriente necesaria para el lazo. Por ello, la tensión que proporciona la fuente de alimentación  $V_{CC}$  limita la longitud de la línea de transmisión.

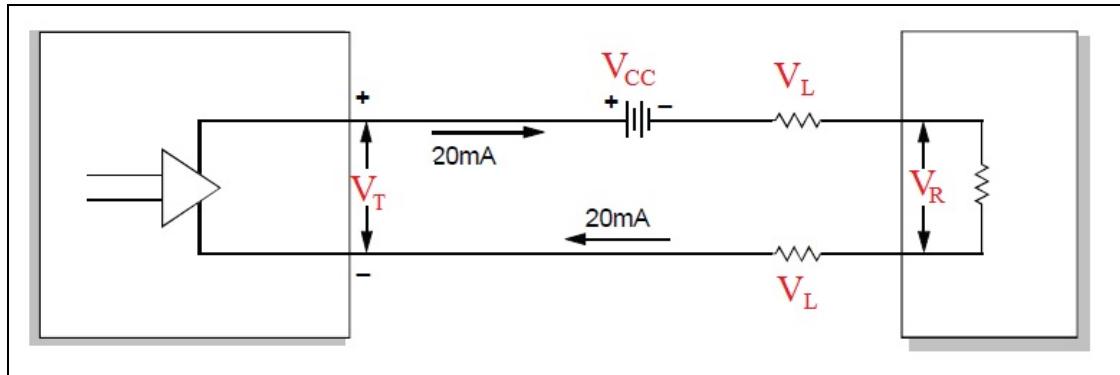


Figura 169: Equivalente eléctrico

$$V_{CC} = V_{T\ min} + V_{R\ max} + 2 \cdot V_{L\ max}$$

$$V_{CC} = V_{T\ min} + (R_R + 2 \cdot R_L) \cdot 0,02$$

La resistencia de precisión de los receptores depende del dispositivo, pero es común emplear resistencias de 250 Ohmios, que permiten convertir la señal 4/20mA en el rango 1/5V.

La caída de tensión mínima que se debe garantizar en el transmisor también es un parámetro muy amplio, que puede variar desde los 5 a los 15V.

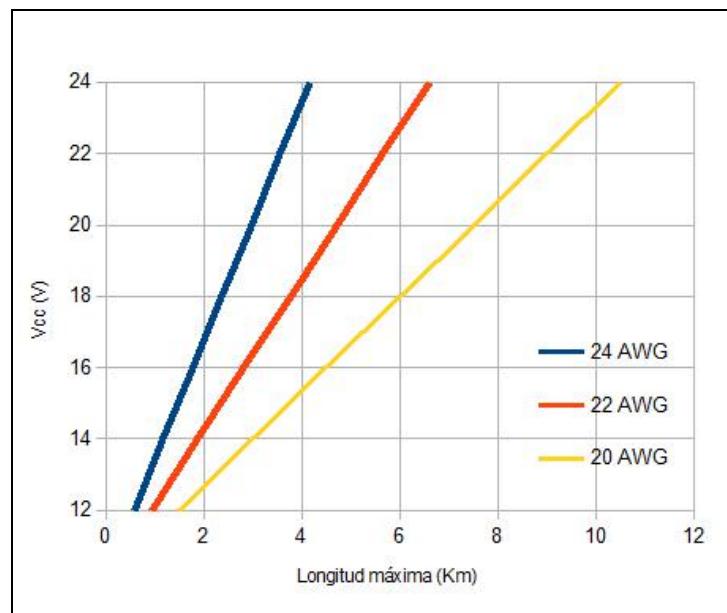
Teniendo en cuenta la resistencia de diversos cables, podemos obtener las longitudes máximas de transmisión en función del valor de la fuente de alimentación. Para ello, pondremos de ejemplo que la caída de tensión mínima en el transmisor es 8 V:

CALIBRE	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	SECCIÓN NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA Ω/Km
24 AWG	0,5106	0,205	84,219
22 AWG	0,6438	0,326	52,953
20 AWG	0,8128	0,518	33,301
18 AWG	1,0236	0,823	20,948
16 AWG	1,291	1,31	13,18
14 AWG	1,628	2,08	8,284



## Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar

Memoria de Cálculo



Se observa como al aumentar el diámetro del cable o aumentar la tensión de alimentación, aumenta la distancia máxima.

A partir de aquí, los transmisores se clasifican según la resistencia de carga máxima que son capaces de soportar en función de la tensión de alimentación.

CLASIFICACION TRANSMISORES			
	H	L	U
Resistencia de carga ( $\Omega$ )	300	800	300-800
Tensión de alimentación mínima (V)	23	32,7	23-32,7

De esta forma, todos los transmisores tipo 2-L de cualquier fabricante son compatibles y sustituibles en cualquier instalación.

## 4. Transmisión de datos

Por último, comentar que existen también protocolos de transmisión de datos basados en lazo de corriente, como el protocolo HART, que permite la comunicación digital bidireccional con instrumentos inteligentes sin perturbar la señal analógica de 4-20mA.

HART usa una técnica de codificación por modificación de frecuencia para sobreponer una comunicación digital en el bucle de corriente de 4-20 mA que conecta el instrumento de



## Interfaz para el uso de microcontroladores de bajo coste con instrumentación de control estándar

Memoria de Cálculo



campo con el sistema de control. Se utilizan dos frecuencias (1.200 Hz y 2.200 Hz) para representar un 1 y un 0 binarios.

Estos tonos se sobreponen a la señal continua a un bajo nivel. La señal alterna tiene un valor promedio nulo. Por ello, no se registra ningún cambio en la señal existente de 4-20 mA, independientemente de los datos digitales. En consecuencia, el instrumento puede seguir utilizando la señal analógica 4-20 mA para control de procesos y la señal digital para información que no sea de control. Este tipo de comunicación es muy difícil de implementar y presenta grandes limitaciones, como la baja tasa de transferencia de datos. Es por ello que se encuentra desfasado por otros protocolos como PROFIBUS, FIELDBUS o bus CAN.

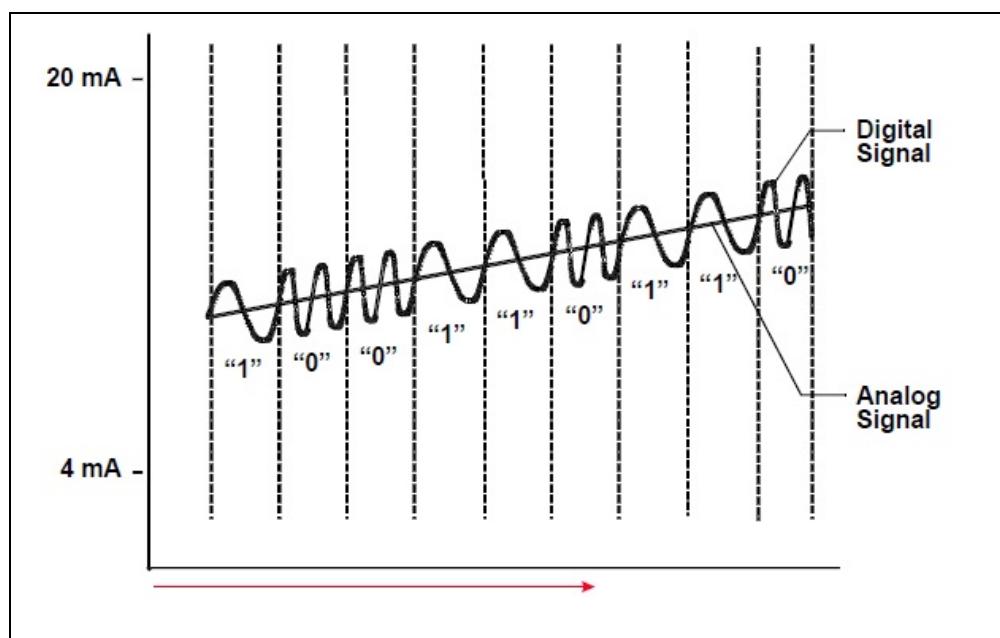


Figura 170: Transmisión HART