

## Basic Express Nota de aplicación

# Usar RTime para medir la resistencia.

## Introducción

Una aplicación común de los pines I/O es para medir el valor analógico de una resistencia variable. Aunque el uso de un convertidor ADC (Convertidor Analógico-Digital) es quizás la forma más sencilla para medir la resistencia, también es posible utilizar un pin I/O digital. Esto puede ser útil en casos en los que no se dispone de suficientes canales ADC, si el procesador en concreto no dispone de capacidades ADC.

## Procedimiento RTime

BasicX proporciona un procedimiento especial denominado RTime para este propósito. RTime mide el tiempo que tarda un pin en cambiar un estado a un valor determinado. Al conectar un condensador fijo y una resistencia variable en un circuito RC, puede utilizar un pin I/O para medir el valor de la resistencia variable, que puede ser un dispositivo tipo potenciómetro o un sensor de temperatura.

Existen dos formas comunes de cableado de un sistema RTime. La primera es la de conectar la resistencia variable a tierra. La figura 1 muestra esta configuración. La ventaja es la posibilidad de un daño menor provocado por la electricidad estática:

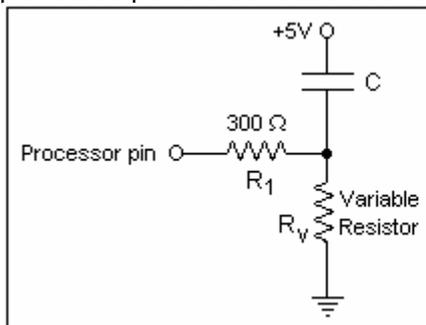


Figura 1

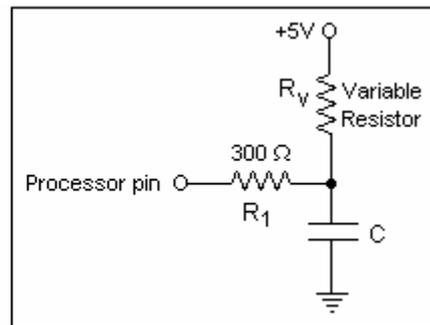


Figura 2

La segunda configuración aparece en la figura 2. En este caso la conexión opuesta, en la que el condensador  $C$  está conectado a tierra y la resistencia variable  $R_V$  está conectada a 5 voltios:

En ambos circuitos la resistencia  $R_I$  sirve para evitar que la salida del chip BasicX descargue demasiada corriente al cargar el condensador.

Para tomar una muestra, se descarga primero el condensador colocando el pin en el estado correcto. En el caso de la figura 1, es necesario que el estado del pin sea superior a +5 V para que se produzca 0 voltios a través del condensador, y por lo tanto se descargue. En la figura 2 el estado deseado es bajo o tierra. En cualquier caso, el condensador se descarga durante al menos 4 constantes de tiempo, que equivale a  $4 R_I C$ . Una vez que ha transcurrido este tiempo, el

condensador debería estar suficientemente descargado.

En este punto, se llama al procedimiento Rctime. Rctime libera al condensador convirtiendo al pin en una entrada tristate. Entonces, el procedimiento mide cuánto tiempo tarda el condensador en llegar a la tensión para activar el pin de entrada. Este intervalo de tiempo es una función de  $R_V$ . Si  $R_I$  es insignificante comparado con  $R_V$ , el intervalo de tiempo es proporcional a  $R_V$ .

Puede experimentar con diferentes valores del condensador para optimizar el proceso.

Ejemplo 1, utilizando el circuito de la figura 1:

```
Dim TimeInterval As Single

' Descargar el condensador en el pin 15.
Call PutPin(15, bxOutputHigh)
Call Delay(20.0E-3) ' Esperar 20 ms.

' Esperar un valor lógico bajo en el pin 15.
Call Rctime(15, 1, TimeInterval)
```

Ejemplo 2, utilizando el circuito de la figura 2:

```
Dim TimeInterval As Single

' Descargar el condensador en el pin 15.
Call PutPin(15, bxOutputLow)
Call Delay(20.0E-3) ' Wait about 20 ms.

' Esperar un valor lógico bajo en el pin 15.
Call Rctime(15, 0, TimeInterval)
```

---

## Ejemplo de potenciómetro

### Símbolos en esta sección

$t$	Constante de tiempo
$C$	Capacitancia
$I$	Corriente a través del condensador y potenciómetro
$I_0$	Corriente inicial a través del componente
$R_I$	Resistencia del reóstato fijo
$R_V$	Resistencia del potenciómetro
$t$	Tiempo
$V_0$	Tensión inicial a través del componente
$V_c$	Tensión a través del condensador
$V_{R_I}$	Tensión a través de la resistencia $R_I$
$V_{R_V}$	Tensión a través del potenciómetro
$V_{trip}$	Punto de activación del pin de entrada

## Comportamiento de circuito

En este ejemplo, utilizaremos la misma configuración que en la figura 1. Se utiliza un potenciómetro como una resistencia variable  $R_V$  que tiene una resistencia máxima de 50 k $\Omega$  (Figura 3):

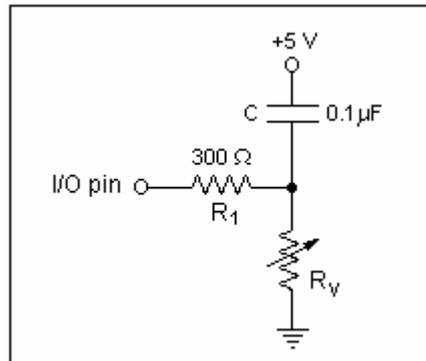


Figura 3

La siguiente derivación presupone que  $R_V$  es grande en comparación con  $R_I$ . Es decir,  $R_I/R_V \ll 1$ .

**Descarga del condensador** – el primer paso es descargar el condensador subiendo el pin I/O. Es necesario mantener el pin en un nivel alto el tiempo suficiente para permitir que  $V_C$  caiga a un valor insignificante.

En condiciones iniciales, se supone que la tensión en el condensador alcanza un estado seguro de 5 V. Así mismo, el pin actúa como un interruptor ideal. Cuando  $t = 0$ , se eleva el pin, y la corriente inicial a través de  $R_I$  es

$$I_0 = (V_0/R_I) = (5\text{ V}) / (300\ \Omega) = 16.7\text{ mA}$$

La tensión  $V_C$  a través del condensador cuando  $t > 0$  iEs

$$V_C = \frac{I_0 R_I}{e^{(t/\tau)}}$$

Aquí, la constante de tiempo es  $\tau = (300\ \Omega) (0.1\ \mu\text{F}) = 30.0\ \mu\text{s}$ . Es necesario descargar durante al menos cuatro constantes de tiempo (120.0  $\mu\text{s}$ , en este caso), lo que significa que la tensión descenderá de la manera siguiente:

$$V_{RI} = \frac{V_0}{e^{(4t/\tau)}}$$

$$= (5\text{ V}) / e^4 = 91.6\text{ mV} \cong 1.8\% \text{ de máxima}$$

Aquí, ignoramos el efecto de  $R_V$  en la descarga del condensador. Esta es una aproximación razonable sólo si  $R_I$  tiene un valor insignificante con respecto a  $R_V$ .

**Cálculo del tiempo de retardo** – ahora que el condensador está descargado, colocamos el pin I/O del procesador en estado input-tristate, que básicamente desconecta  $R_I$  del circuito. Con un nuevo tiempo  $t = 0$ , la corriente inicial  $I_0$  a través de condensador  $C$  y el potenciómetro  $R_V$  es

$$I_0 = (V_0 / R_V) = (5 \text{ V}) / (50\,000 \, \Omega) = 100 \, \mu\text{A}.$$

Cuando el tiempo  $t > 0$ , la corriente  $I$  es

$$I = \frac{I_0}{e^{(t/\tau)}}$$

La constante de tiempo  $\tau = R_V C = (50\,000 \, \Omega) (0.1 \, \mu\text{F}) = 5.00 \text{ ms}$ . Esto representa el tiempo que tarda la corriente, a través del circuito, en caer a  $(1 - 1/e)$  o aproximadamente un 63 % por debajo de su valor máximo.

La tensión  $V_{RV}$  en el potenciómetro cuando el tiempo  $t > 0$  es

$$V_{RV} = \frac{I_0 R_V}{e^{(t/\tau)}}$$

Ahora necesitamos conocer el punto de disparo (trip point)  $V_{trip}$  para el pin de entrada. El punto de disparo es la tensión en el que el pin pasa de nivel lógico bajo a nivel lógico alto. Este punto puede variar de pin a pin y por lo tanto es necesario determinarlo de manera práctica en cada caso.

Si conocemos  $V_{trip}$ , la resistencia del potenciómetro es

$$R_V = \frac{t}{C \ln (V_0 / V_{trip})}$$

Para el chip Atmel que se utiliza en el sistema BasicX, el punto de disparo  $V_{trip}$  está cerca de los 2.5 V y no parece ser sensible a cambios de temperatura. Suponiendo que  $V_0 = 5 \text{ V}$  y que el punto de disparo  $V_{trip} = 2.5 \text{ V}$ , la resistencia es por lo tanto

$$R_V = 1.4427 (t / C)$$

En otras palabras, para una capacidad constante, la resistencia es linealmente proporcional al tiempo.

En este ejemplo, el tiempo necesario para cargar el condensador para  $V_{trip} = 2.5 \text{ V}$  es

$$t = (0.1 \, \mu\text{F}) (50 \, \text{k}\Omega) / 1.4427 = 3.47 \text{ ms}.$$

**Optimización** – En esta aplicación en particular, hay un equilibrio entre la precisión y el tiempo necesario para realizar los cálculos. Para obtener una precisión superior, se necesita más tiempo para realizar los cálculos. RCTime tiene un valor completamente escalable de aproximadamente 71.1 ms y una resolución de 1.085  $\mu\text{s}$  (1 / 65 535 de escala total), a tener en consideración.

Para una determinada resistencia, una vez determinado un punto de disparo  $t$ , el tamaño del condensador se calcula de la siguiente manera:

$$C = \frac{t}{R_V \ln ( V_0 / V_{trip} )}$$

**Valores bajos de  $R_V$**  -- las derivaciones en esta sección presuponen que  $R_I$  tiene un valor insignificante con respecto a  $R_V$ . Si este no es el caso, las ecuaciones son de algún modo más complicadas. En concreto, a medida que aumenta la ratio  $R_I / R_V$ , es menos lícito presuponer que el condensador está totalmente descargado al principio de cada ciclo de mediciones. En el caso de limitaciones en los que  $R_V = 0$ , el condensador nunca se descarga completamente.

### Ejemplo de código

```
Sub GetResistance( _
  ByRef Resistance As Single)

  ' Mide la resistencia de un potenciómetro conectado a un pin I/O.

  Const PotPin As Byte = 15
  Const DischargeTime As Single = 120.0E-6 ' Segundos
  Const Capacitance As Single = 0.1E-6     ' Faradios
  Const TripVoltage As Single = 2.5        ' Voltios
  Const InitialVoltage As Single = 5.0     ' Voltios

  Dim TimeInterval As Single, K As Single

  ' Elevar el pin y descargar el condensador.
  Call PutPin(PotPin, bxOutputHigh)
  Call Delay(DischargeTime)

  ' Configurar el pin en un modo input-tristate, a continuación medir
  cuánto tiempo está el pin en un nivel lógico alto '

  Call RCTime(PotPin, 1, TimeInterval)

  K = 1.0 / (Capacitance * Log(InitialVoltage / TripVoltage))

  Resistance = TimeInterval * K

End Sub
```

Este ejemplo se utiliza con el circuito en la figura 3. El código fuente puede encontrarse en el fichero denominado Resistance.bas.

© 1998-2001 by NetMedia, Inc. All rights reserved.

Basic Express, BasicX, BX-01, BX-24 and BX-35 are trademarks of NetMedia, Inc.

All other trademarks are the property of their respective owners.

2.00.A

Traducción Española: Alicia Bernal, Revisión: Pablo Pompa [www.superrobotica.com](http://www.superrobotica.com)