

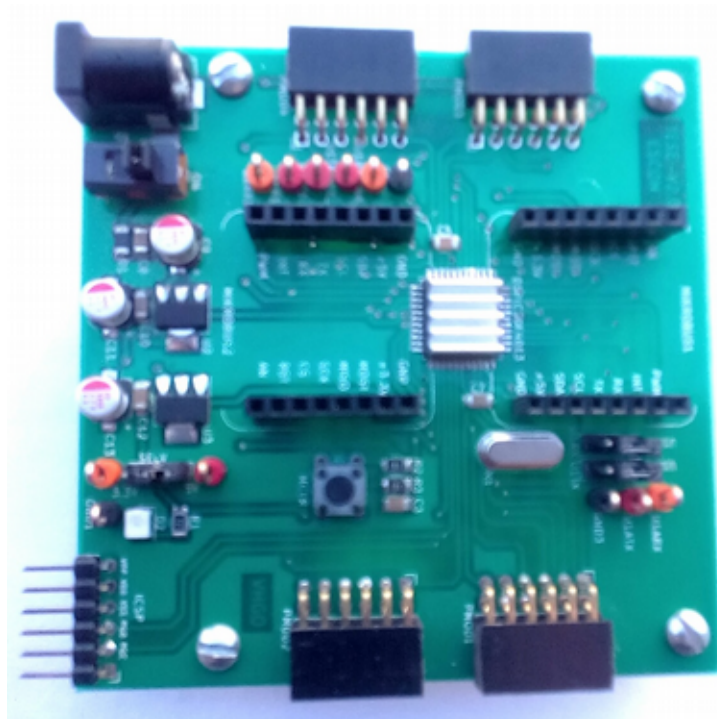


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
ACADEMIA DE SISTEMAS DIGITALES



TARJETA EDUCATIVA PARA SISTEMAS EMBEBIDOS
“TESE”

MANUAL DE USUARIO



AUTOR:
Victor Hugo García Ortega



Tabla de contenido

Índice de figuras.....	3
Índice de tablas.....	3
Lista de acrónimos.....	4
Descripción de la tarjeta.....	5
Controlador Digital de Señales.....	6
Conectores con el estándar de MikroBus.....	7
Terminales del conector Mikrobus1.....	7
Terminales del conector Mikrobus2.....	9
Conectores con la especificación de interfaz PMOD.....	10
Terminales del conector PMOD1.....	11
Terminales del conector PMOD2.....	12
Terminales del conector PMOD3.....	13
Terminales del conector PMOD4.....	14
Conector para programación ICSP.....	15
Referencias.....	16



Índice de figuras

Figura 1 Arquitectura de la tarjeta de desarrollo.....	5
Figura 2: Conector estándar de Mikrobús.....	7
Figura 3: Conector Mikrobús 1.....	7
Figura 4: Conector Mikrobús 2.....	9
Figura 5: Interfaz PMOD.....	10
Figura 6: Terminales del Conector PMOD1.....	11
Figura 7: Terminales del Conector PMOD2.....	12
Figura 8: Terminales del Conector PMOD3.....	13
Figura 9: Terminales del Conector PMOD4.....	14
Figura 10: Circuito de Aplicación típica para ICSP.....	15

Índice de tablas

Tabla 1: Periféricos del DSPIC30F4013.....	6
Tabla 2: Terminales del conector Mikrobús 1.....	8
Tabla 3: Terminales del conector Mikrobús 2.....	9
Tabla 4: Terminales del conector PMOD1.....	11
Tabla 5: Terminales del conector PMOD2.....	12
Tabla 6: Terminales del conector PMOD3.....	13
Tabla 7: Terminales del conector PMOD4.....	14



Lista de acrónimos

ADC. Analog to Digital Converter. Convertidor analógico digital.

CAN. Control Area Network. Bus de control de área de red.

CODEC. Codificador - Decodificador.

DSC. Digital Signal Controller. Controlador digital de señales.

DSP. Digital Signal Processor. Procesador digital de señales.

FPGA. Field Programmable Gate Array. Arreglo de compuertas programables en campo.

ICSP. In Circuit Serial Programming. Programación serial en circuito.

IIC. Inter-Integrated Circuit. Circuitos Inter-Integrados.

IIS. Inter-IC Sound. Interconexión de circuitos de sonido.

MCU. MicroController Unit. Unidad microcontroladora.

PWM. Pulse Width Modulation. Modulación por ancho de pulso.

RISC. Reduced Instruction Set Computing. Computadoras con un conjunto de instrucciones reducido.

SPI. Serial Peripheral Interface. Interfaz serial periférica.

Descripción de la tarjeta.

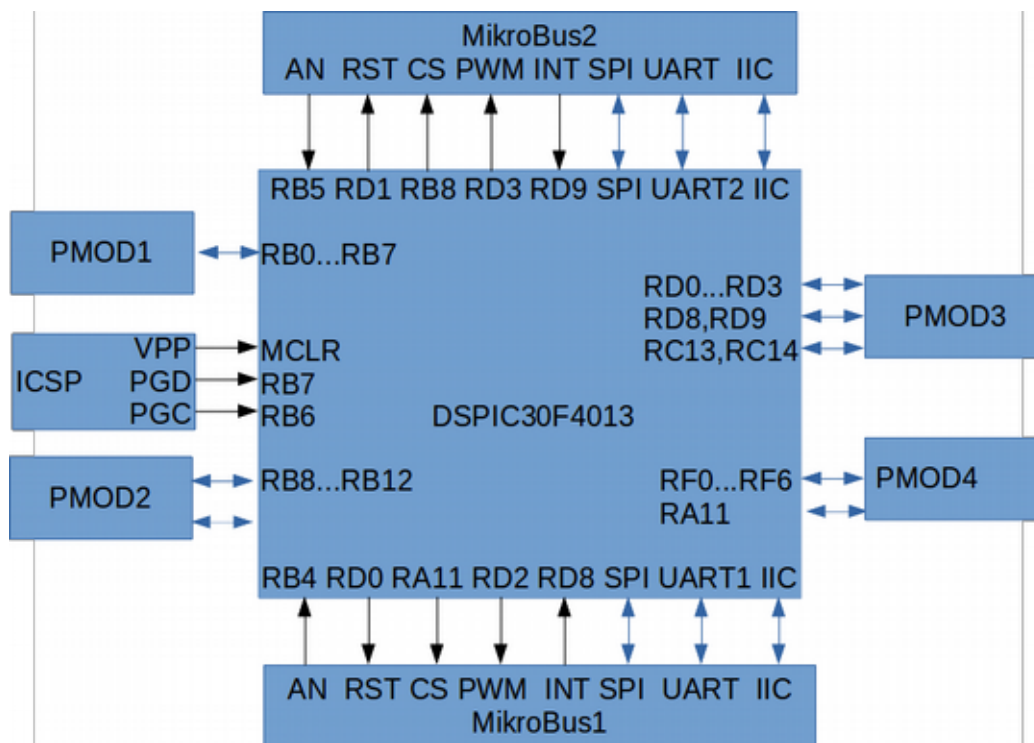


Figura 1 Arquitectura de la tarjeta de desarrollo.

Esta tarjeta de desarrollo utiliza los componentes descritos a continuación:

- Controlador Digital de Señales (DSC – Digital Signal Controller) modelo DSPIC30F4013 [1] de la compañía Microchip.
- Dos dos conectores con el estándar MikroBus de Mikroelektronika [2]
- Cuatro conectores con la especificación de interfaz PMOD [3].
- Conector para programación en circuito de forma serial (ICSP – In Circuit Serial Programming) [4].
- Fuente de alimentación para manejar 5v y 3.3v.

El estándar de MikroBus básicamente contempla las interfaces de comunicación, mientras que la especificación PMOD maneja todas las terminales de entrada-salida. Con estos conectores estandar se abarcan todas las configuraciones. Además, si se desarrollan nuevos módulos periféricos, estos puedan ser usados por otros dispositivos que usan estas interfaces como los dispositivos de arreglos con campos programables (FPGA – Field Programmable Gate Array), los cuales usan la especificación de interfaz PMOD.



Controlador Digital de Señales.

El DSPIC30F4013 tiene diversas características, las cuales se mencionan a continuación:

1. Procesador de Arquitectura con un Conjunto Reducido de Instrucciones (RISC – Reduced Instruction Set Computing) y Harvard modificada.
2. 83 Instrucciones base, 64 instrucciones de la unidad Microcontroladora (MCU – Microcontroller Unit) y 19 instrucciones de la unidad de Procesamiento Digital de Señales (DSP – Digital Signal Processor).
3. Formato de instrucción de 24 bits con una ruta de datos de 16 bits.
4. 48Kbytes en Memoria de Programa Flash, 2Kbytes en Memoria de Datos SRAM y 1kbyte de EEPROM.
5. Trabaja hasta 30 MIPS.
6. Maneja hasta 33 fuentes de interrupción.
7. Unidad DSP incorporada.

Este microcontrolador tiene diversos periféricos, los cuales se muestran en la tabla 1.

Cantidad	Periférico	Descripción
5	Puertos	Puertos: A, B, C, D, F
5	TIMER's	16 bits cada uno
4	Entradas de Captura	Mediciones de pulso, frecuencia y periodo
4	PWM	Modulación por Ancho de Pulso (PWM – Pulse Width Modulation)
1	Interfaz CODEC	Estándar de CODEC de audio AC'97 y estándar de sonido (IIS - Inter-IC Sound).
1	ADC	Convertidor Analógico-Digital (ADC – Analog to Digital Converter) 12 bits de resolución de 200Ksps y hasta 13 canales
2	UART	Transmisor Receptor Asíncrono Universal (UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter) UART1 con terminales alternas.
1	SPI	Interfaz Serial Periférica (SPI – Serial Peripheral Interface).
1	IIC	Bus de Circuitos Inter Conectados (IIC – Inter-Integrated Circuit).
1	CAN	Bus de Control de Area de Red (CAN – Control Area Network).

Tabla 1: Periféricos del DSPIC30F4013.

Conectores con el estándar de MikroBus.

El estándar MikroBus define la estructura de un conector para la creación de tarjetas de expansión usadas para interfaz con microcontroladores y microprocesadores.

El estándar especifica la capa física de las terminales MikroBus, las interfaces de comunicación y terminales de alimentación usadas, el tamaño y forma de las tarjetas de expansión. Este conector se muestra en la figura 2.

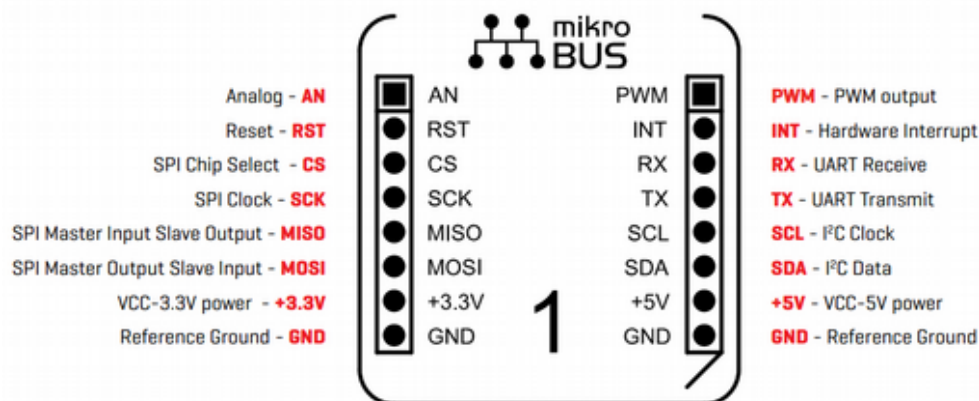


Figura 2: Conector estándar de Mikrobus

La tarjeta desarrollada tiene disponible dos conectores MikroBus, a los cuales se les conectan las interfaces UART, SPI, IIC, un canal analógico, una salida PWM, una terminal de interrupción y dos terminales de control.

Terminales del conector Mikrobus1.

La interconexión del conector Mikrobus1 se muestra en la figura 3.

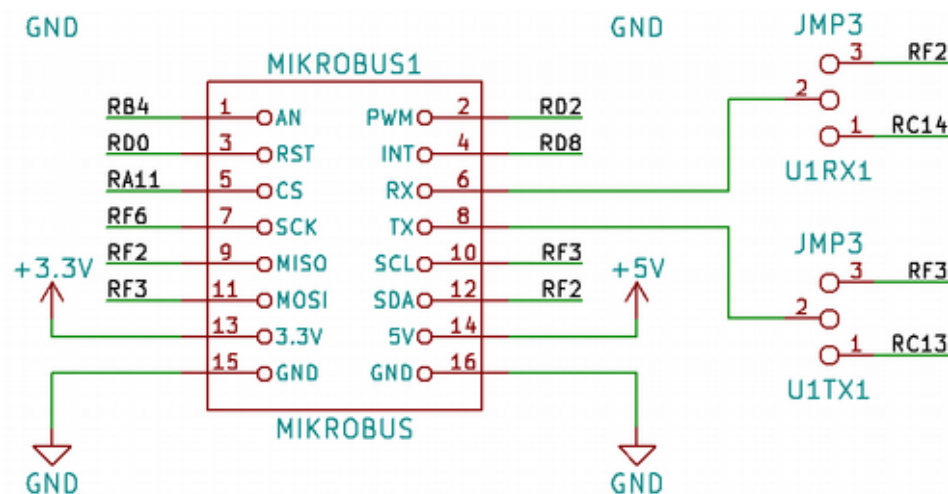


Figura 3: Conector Mikrobus 1.



En la terminal 6 se encuentra la señal RX del UART 1, en la cual se puede seleccionar mediante un jumper si queremos usar la terminal U1RX o la alterna U1ARX.

En la terminal 8 se encuentra la señal TX del UART 1, en la cual se puede seleccionar mediante un jumper si queremos usar la terminal U1TX o la alterna U1ATX.

La descripción de terminales del conector Mikrobus 1 se muestra en la tabla 2.

MikroBus 1	
Terminal MikroBus	Terminal DSC
1 - AN	RB4 - AN4
2 - PWM	RD2 - OC3
3 - RST	RD0
4 - INT	RD8 - INT1
5 - CS	RA11
6 - RX	RF2 – U1RX, RC14 - U1ARX
7 - SCK	RF6 - SCK1
8 - TX	RF3 – U1TX, RC13 - U1ATX
9 - MISO	RF2 - SDI1
10 - SCL	RF3 - SCL
11 - MOSI	RF3 - SDO1
12 - SDA	RF2 - SDA
13 - 3.3V	VDD
14 - 5V	VDD
15 - GND	GND
16 - GND	GND

Tabla 2: Terminales del conector Mikrobus 1.

Terminales del conector Mikrobus2.

La interconexión del conector Mikrobus2 se muestra en la figura 4.

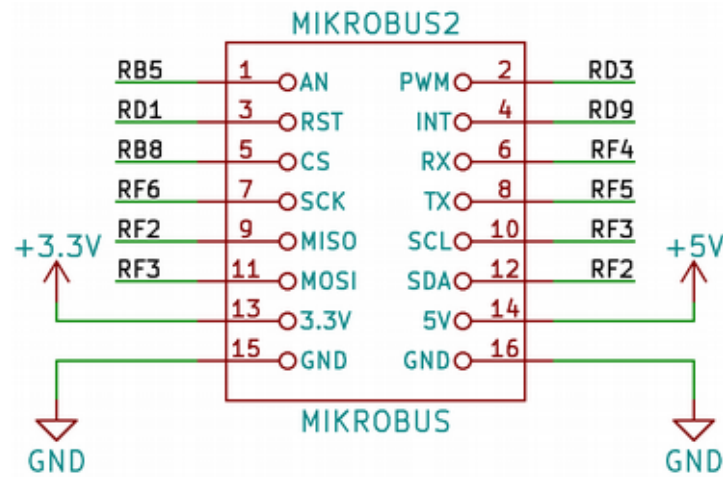


Figura 4: Conector Mikrobus 2.

La descripción de terminales del conector Mikrobus 2 se muestra en la tabla 3.

MikroBus 2	
Terminal MikroBus	Terminal DSC
1 - AN	RB5 - AN5
2 - PWM	RD3 - OC4
3 - RST	RD1
4 - INT	RD9 – INT2
5 - CS	RB8
6 - RX	RF4 - U2RX
7 - SCK	RF6 - SCK1
8 - TX	RF5 - U2TX
9 - MISO	RF2 - SDI1
10 - SCL	RF3 - SCL
11 - MOSI	RF3 - SDO1
12 - SDA	RF2 - SDA
13 - 3.3V	VDD
14 - 5V	VDD
15 - GND	GND
16 - GND	GND

Tabla 3: Terminales del conector Mikrobus 2.

Conectores con la especificación de interfaz PMOD.

La interfaz PMOD es usada para conectar módulos periféricos a tarjetas controladoras. Este conector está formado por ocho terminales de entrada/salida y cuatro terminales de alimentación dispuestos en un conector seis por dos líneas. Este conector se muestra en la figura 5.

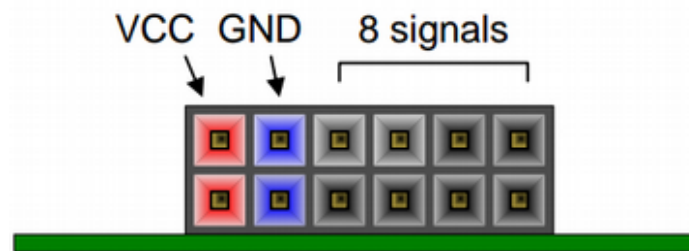


Figura 5: Interfaz PMOD

La tarjeta desarrollada tiene disponible cuatro conectores PMOD, a los cuales se les conectan las terminales de los 5 puertos del DSC.

Terminales del conector PMOD1.

La interconexión del conector PMOD1 se muestra en la figura 6.

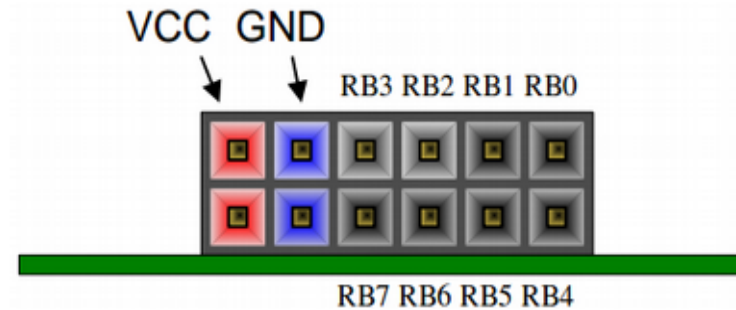


Figura 6: Terminales del Conector PMOD1

La descripción de terminales del conector POMD1 se muestra en la tabla 4.

PMOD 1	
Terminal PMOD	Terminal DSC
1	RB0 - AN0/VREF+/CN2
2	RB1 - AN1/VREF-/CN3
3	RB2 - AN2/SS1/LVDIN/CN4
4	RB3 - AN3/CN5
5	RB4 - AN4/IC7/CN6
6	RB5 - AN5/IC8/CN7
7	RB6 - PGC/EMUC/AN6/OCFA
8	RB7 - PGD/EMUD/AN7
9	GND
10	GND
11	VCC
12	VCC

Tabla 4: Terminales del conector PMOD1.

Terminales del conector PMOD2.

La interconexión del conector PMOD2 se muestra en la figura 7.

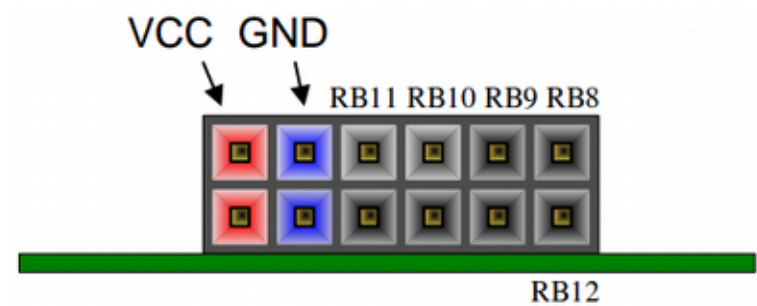


Figura 7: Terminales del Conector PMOD2

La descripción de terminales del conector PMOD2 se muestra en la tabla 5.

PMOD2	
Terminal PMOD	Terminal DSC
1	RB8 - AN8
2	RB9 - AN9/CSCCK
3	RB10 - AN10/CSDI
4	RB11 - AN11/CSDO
5	RB12 - AN12/COFS
6	NC – NO CONEXION
7	NC – NO CONEXION
8	NC – NO CONEXION
9	GND
10	GND
11	VCC
12	VCC

Tabla 5: Terminales del conector PMOD2.

Terminales del conector PMOD3.

La interconexión del conector PMOD3 se muestra en la figura 8.

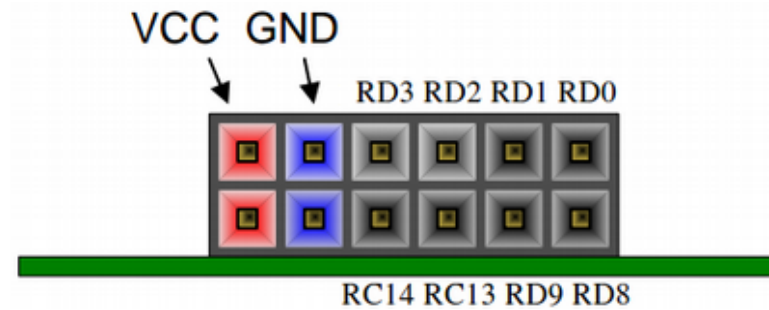


Figura 8: Terminales del Conector PMOD3

La descripción de terminales del conector PMOD3 se muestra en la tabla 6.

PMOD3	
Terminal PMOD	Terminal DSC
1	RD0 - EMUC2/OC1
2	RD1 - EMUD2/OC2
3	RD2 - OC3
4	RD3 - OC4
5	RD8 - IC1/INT1
6	RD9 - IC2/INT2
7	RC13 - EMUD1/SOSCI/T2CK/U1ATX/CN1
8	RC14 - EMUC1/SOSCO/T1CK/U1ARX/CN0
9	GND
10	GND
11	VCC
12	VCC

Tabla 6: Terminales del conector PMOD3.

Terminales del conector PMOD4.

La interconexión del conector PMOD4 se muestra en la figura 9.

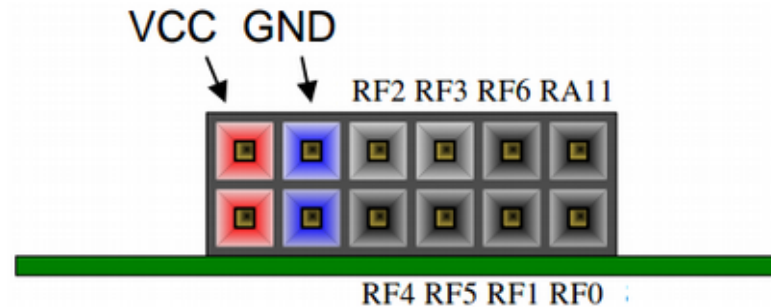


Figura 9: Terminales del Conector PMOD4

La descripción de terminales del conector PMOD4 se muestra en la tabla 7.

PMOD4	
Terminal PMOD	Terminal DSC
1	RA11 - INT0
2	RF6 - EMUC3/SCK1
3	RF3 - EMUD3/U1TX/SDO1/SCL
4	RF2 - U1RX/SDI1/SDA
5	RF0 - C1RX
6	RF1 - C1TX
7	RF5 - U2TX/CN18
8	RF4 - U2RX/CN17
9	GND
10	GND
11	VCC
12	VCC

Tabla 7: Terminales del conector PMOD4.

Conector para programación ICSP.

La programación en sistema (ISP – In-System Programming) es una técnica que se utiliza para programar un dispositivo después de que es colocado (soldado) en un circuito impreso.

ICSP es una técnica ISP mejorada que se implementa en los microcontroladores de programación de una sola vez (OTP – One Time Programmable) y en microcontroladores Flash RISC de Microchip para realizar la programación de ellos en la tarjeta de circuito impreso donde han sido soldados sin necesidad de ser retirados. ICSP usa solamente dos pines de entrada/salida para el envío serial de datos, por lo que es muy fácil usarlo e interfiere muy poco con la operación del microcontrolador. Además de estos pines, son usados los pines de alimentación VDD y VSS, y el pin MCLR (Master Clear), el cual se usa para suministrar el voltaje de programación (VPP).

El circuito de aplicación típica de esta técnica se muestra en la figura 10.

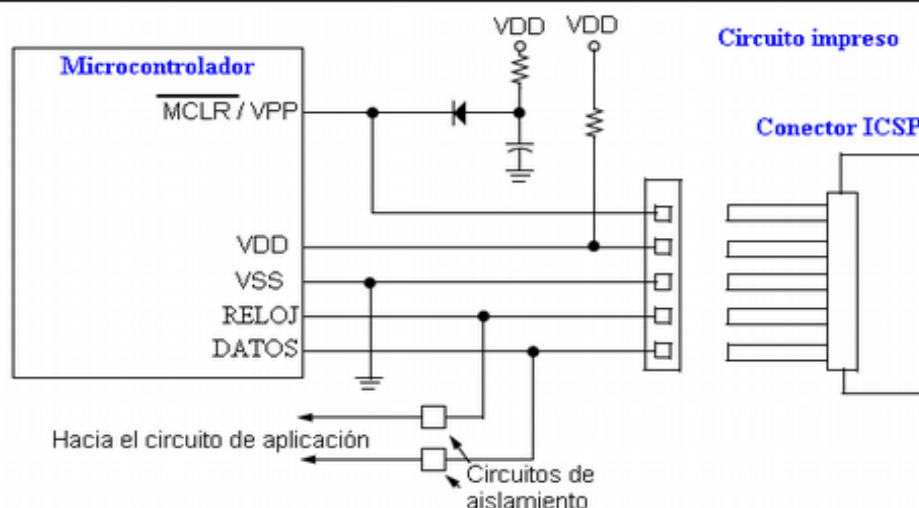


Figura 10: Circuito de Aplicación típica para ICSP.

Los pines empleados en la técnica ICSP se explican a continuación:

El pin MCLR/VPP es conectado normalmente a un circuito RC, la resistencia es colocada a VDD (pull-up) y el capacitor a tierra. El diodo debe ser del tipo Schottky. Otra característica de este pin es que cuando el microcontrolador es programado el programador suministra 13V. Por esto, el circuito de aplicación tiene que ser aislado de este voltaje. El pin de reloj (ICSPCLK, PGC) es una línea de entrada y es manejado por el programador. El pin de datos (ICSPDAT, PGD) es bidireccional y es manejado por el programador cuando se esta programando y es manejada por el microcontrolador cuando se esta verificando. Estos pines tienen que ser aislados del resto del circuito de aplicación para que no afecte durante el proceso de programación.



Referencias.

- [1] Microchip Inc. "DSPIC30F4013 Data Sheet", 2016.
- [2] Mikroelektronika Inc., "mikroBUS, Standard specifications", 2015.
- [3] Digilent Inc. "Digilent PMOD Interface Specification", 2011.
- [4] Microchip Inc. "ICSP Guide", 2003.