

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0624: Laboratorio de Microcontroladores

2 ciclo 2022

Laboratorio 1

Introduccion a microcontroladores y manejo de GPIOS

Martin Sander Hangen

B97333

Profesor: Marco Villalta Fallas

31 de agosto del 2022

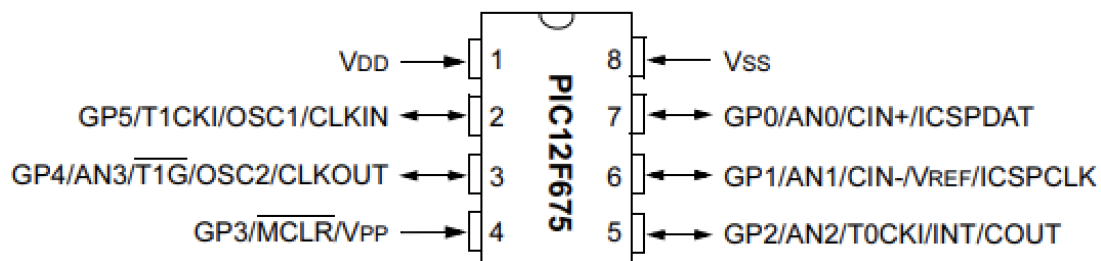
Resumen

El presente reporte busca utilizar el microcontrolador PIC12F675 para realizar un circuito que, por medio de un botón, encienda una pantalla digital de dos dígitos con 7 segmentos que represente un número de 0-99. La generación de números no puede repetir el mismo número dentro de los primeros 16 intentos y en el intento número 16 debe parpadear y reiniciarse.

1. Nota teórica

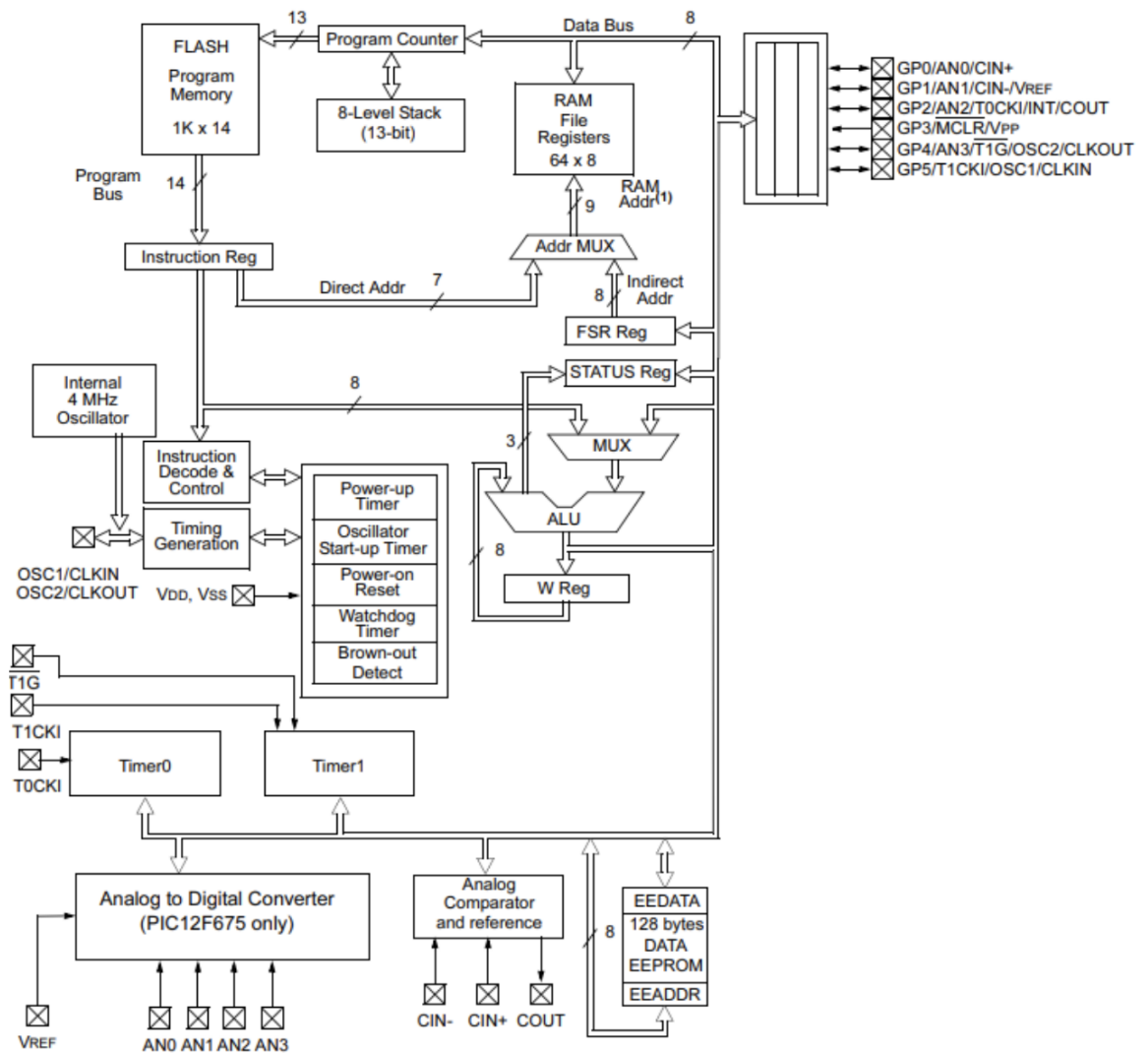
1.1. Microcontrolador utilizado: PIC12F675

El microcontrolador que se utilizó para la implementación del circuito es de la familia PIC de Microchip. Este microcontrolador tiene 8 bits y 8 pines y usa arquitectura RISC [1]. Además, el PIC12F675 además usa memoria FLASH y opera a un rango de tensión de 2V a 5.5V. 6 de sus 8 pines son pines para I/O (entrada/salida). En el siguiente diagrama se presenta la forma del microcontrolador:



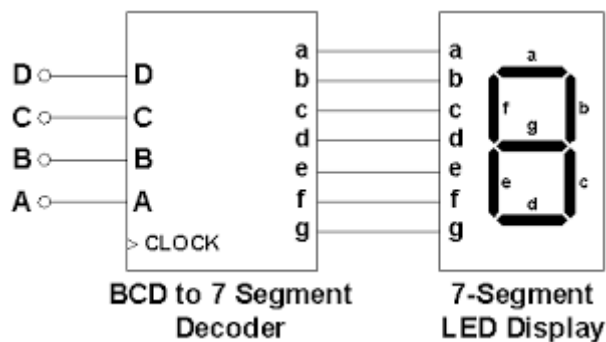
1. Diagrama de pines del PIC12f675 [1].

El diagrama del hardware, la ruta de instrucciones, los puertos GPIO se utilizan para controlar el estado de I/O de los pines. Cuando se quiere poner un 0 se pone en el puerto de dicho pin en un valor menor a V_{IL} . Cuando se quiere poner un 1 se pone el pin mayor a V_{IH} . TRISO es el otro periférico que se utilizó en el trabajo para configurar pines del GIPO como entradas o salidas. Un 1 se configura como pin de entrada y un 0 como pin de salida. [1] A continuación se enseña el diagrama de un PIC12F675.



2. Diagrama de bloques del PIC12f675 [1].

1.2. Decodificador BCD a 7 segmentos



3. Decodificador BCD a 7 segmentos.

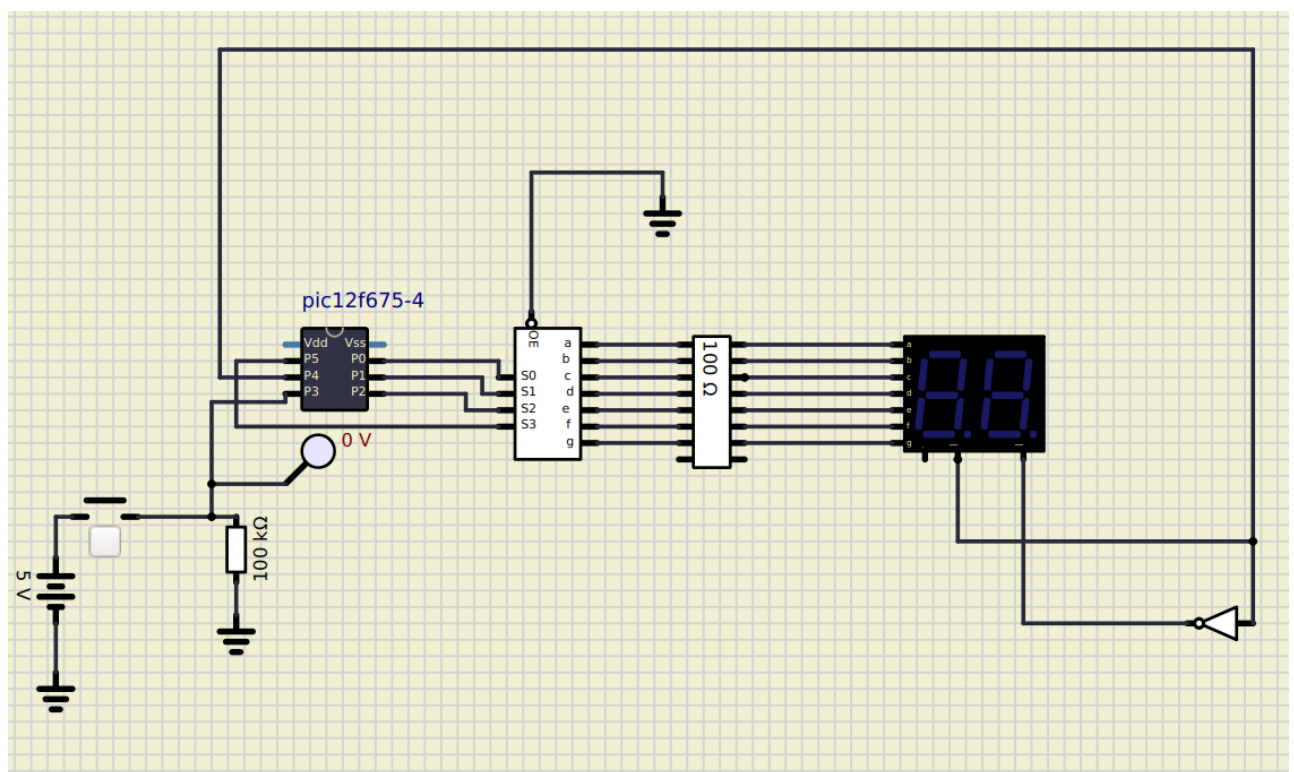
Este dispositivo tiene 4 entradas, sin contar el “enable” y 7 salidas llamadas “a”, “b”, “c”, “d”, “e”, “f”, y “g”. Su función es convertir una señal de 4 bits a una señal de 8 bits. Para ello

se utilizó un código en el cual se eligen ciertas combinaciones de 4 bits para representar un número del 0 al 9. Las señales recibidas provienen del microcontrolador.

1.2. Componentes electrónicos complementarios

Se utilizará una pantalla de dos dígitos de 7 segmentos. Esta tiene 9 pines, dos de ellos son para conectarlos a tierra y uno para prender un punto para simular una coma. [2]

1.3. Diseño del circuito



4. Diseño del circuito.

En este diseño se trató de simplificar mucho el circuito. Primero, se trató de no usar componentes innecesarios. El único componente que se pudo haber omitido es la fila de resistores de 100 Ohms pero se eligió seguir utilizando por motivos de seguridad en la vida real. Sin embargo, aparte de ese componente se tienen 3 tierras a las que se les conecta una resistencia, que mantiene la entrada GPIO3 en bajo hasta que se presione el botón. Otra para mantener el decodificador BCD siempre encendido y por último una conectada a la fuente que pondría la entrada GPIO3 en alto si se presiona el botón.

Se decidió utilizar un inversor en una de las entradas de la pantalla digital para hacer que con el uso de una sola señal del microprocesador se pudiera tener un comportamiento intermitente

entre los dos dígitos de la pantalla. Si la señal está en alto se enciende el izquierdo y en bajo se enciende el derecho.

| Componente | Cantidad | Precio |
|-------------------|----------|----------------|
| Resistor 100 Ohms | 1 | \$0.84 |
| Demultiplexor | 1 | \$1.109 |
| Botón | 1 | \$0.34 |
| PIC12F675 | 1 | \$1.77 |
| Pantalla | 1 | \$1.31 |
| Total | - | \$5.369 |

Tabla 1. Precio del circuito completo.

2. Desarrollo/Análisis de resultados

Código

```
#include <pic14/pic12f675.h>
// Configuración de registro CONFIG
typedef unsigned int word;
word __at 0x2007 __CONFIG = (_WDTE_OFF & _WDT_OFF &
_MCLRE_OFF); // WDT y MCLR OFF
void msdelay(unsigned int time);
void print(unsigned int num);
void main()
{
    ANSEL  = 0x00;
    CMCON  = 0x07;
    VRCON  = 0x00;
    TRISIO = 0b00001000;
    GPIO = 0x00;
    unsigned int time=1;
    unsigned int k,j;
    unsigned int num1=0;
    unsigned int num2=0;
    unsigned int btn=0;
```

```

unsigned int rand1=0;
unsigned int rand2=0;
unsigned int stop=0;
while(1)
{
    rand1+=1;
    rand2+=1;

    if (rand1>9){
        rand1=0;
    }
    if (rand2>9){
        rand2=0;
    }
    GP4=1;
    print(num1);
    msdelay(time);
    GP4=0;
    print(num2);
    rand2+=1;
    msdelay(time);
    if (GP3==1){
        btn=1;
        stop+=1;
        while (btn==1){
            num1=rand1;
            num2=rand2;
            if (GP3==1){
                btn=0;
            }
        }
        if (stop>=150){
            num1=9;
            num2=9;
        }
    }
}

void print(unsigned int num)
{
    if (num==0){
        GPIO0=0;
        GPIO1=0;
        GPIO2=0;
    }
}

```

```
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==1){
        GPIO0=1;
        GPIO1=0;
        GPIO2=0;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==2){
        GPIO0=0;
        GPIO1=1;
        GPIO2=0;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==3){
        GPIO0=1;
        GPIO1=1;
        GPIO2=0;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==4){
        GPIO0=0;
        GPIO1=0;
        GPIO2=1;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==5){
        GPIO0=1;
        GPIO1=0;
        GPIO2=1;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==6){
        GPIO0=0;
        GPIO1=1;
        GPIO2=1;
        GPIO5=0;
    }
    else if (num==7){
        GPIO0=1;
        GPIO1=1;
        GPIO2=1;
        GPIO5=0;
    }
}
```

```

        else if (num==8){
            GPIO0=0;
            GPIO1=0;
            GPIO2=0;
            GPIO5=1;
        }
        else if (num==9){
            GPIO0=1;
            GPIO1=0;
            GPIO2=0;
            GPIO5=1;
        }
    }
    void msdelay(unsigned int time)
    {
        unsigned int i,j;
        for (i=0;i<time;i++)
            for (j=0;j<1275;j++);
    }

```

2.1. Funcionalidad del programa

Lo más complicado de este laboratorio fue descifrar una manera de simular una función que cause cierta aleatoriedad en ambos dígitos. Para lograrlo, se creó un contador en un loop infinito que avanzaba a una velocidad grande y se apagaba y encendía cada dígito con cierto delay entre ambos. Para lograr el delay se creo una funcion “msdelay”. Con ayuda del decodificador BCD se asignaban combinaciones de 4 bits en la función “print” para representar cierto número en la pantalla. Como en el siguiente código:

```

if (num==0){
    GPIO0=0;
    GPIO1=0;
    GPIO2=0;
    GPIO5=0;
}

```

La función main lo que hacía era llamar a “msdelay” y “print” dentro de un loop infinito en un orden estratégico para causar un comportamiento aleatorio. La parte del botón se logró con el siguiente if:

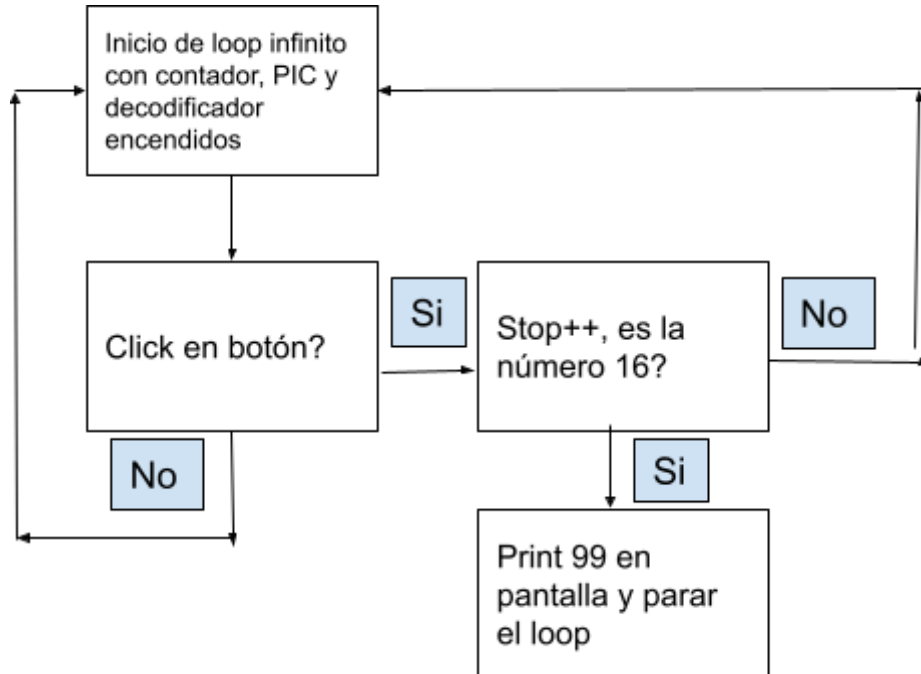
```

if (stop>=150){
    num1=9;
    num2=9;
}

```


}

Lo que se hizo fue decir que después de 150 microsegundos (un click siento 10 microsegundos) se le asignen a los dos dígitos el valor 9. Sin embargo, no se logra el comportamiento del parpadeo.



5. Diagrama de flujo.

2.2. Funcionalidad electrónica

Para asegurar la funcionalidad del botón y observar que en efecto está pasando una señal en alto a GPIO3 se coloca un voltímetro en el nodo correcto justo antes de que la señal entre al PIC. En efecto se observa que hay 5 V solo cuando el botón está presionado.

Por otro lado, se trató de medir la señal de la salida del decodificador hacia la pantalla para que no excediera el voltaje máximo aceptado por esta y no se sobrepasara.

3. Conclusiones y recomendaciones

Se pudo lograr la implementación del circuito con la única falla siendo el comportamiento de parpadeo después del click número 16 del botón. EL PIC12F675 fue de gran ayuda para el control de señales en el laboratorio y además se pudo estudiar y entender su funcionalidad. Se concluye que con ayuda del microcontrolador es fácil de controlar una pantalla de 7

segmentos aunque usando una pantalla con 2 dígitos dificulte un poco más la tarea. Además, es posible simular la función “rand” de diferentes maneras en C.

Es recomendable siempre diseñar un diagrama de flujos de manera sencilla antes de empezar a diseñar el circuito o escribir código. Esto simplifica la tarea y da un orden en el procedimiento de encontrar una solución.

Link del repositorio: https://github.com/martinsander00/lab_micros/tree/main/labs/lab1

Referencias

[1] Microchp, PIC12F675. Microchip, 1 ed., 2003.

[2] SimuliDE. Recuperado de: <https://www.simulide.com/p/seven-segment-display.html>

Apéndices



PIC12F629/675

Data Sheet

8-Pin FLASH-Based 8-Bit
CMOS Microcontrollers



PIC12F629/675

8-Pin FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontroller

High Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn
 - All single cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - DC - 20 MHz oscillator/clock input
 - DC - 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect, and Relative Addressing modes

Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options
 - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to $\pm 1\%$
 - External Oscillator support for crystals and resonators
 - 5 μ s wake-up from SLEEP, 3.0V, typical
- Power saving SLEEP mode
- Wide operating voltage range - 2.0V to 5.5V
- Industrial and Extended temperature range
- Low power Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Detect (BOD)
- Watchdog Timer (WDT) with independent oscillator for reliable operation
- Multiplexed MCLR/Input-pin
- Interrupt-on-pin change
- Individual programmable weak pull-ups
- Programmable code protection
- High Endurance FLASH/EEPROM Cell
 - 100,000 write FLASH endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - FLASH/Data EEPROM Retention: > 40 years

Low Power Features:

- Standby Current:
 - 1 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 8.5 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 100 μ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
 - 300 nA @ 2.0V, typical
- Timer1 oscillator current:
 - 4 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical

Peripheral Features:

- 6 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
 - One analog comparator
 - Programmable on-chip comparator voltage reference (C_{VREF}) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs
 - Comparator output is externally accessible
- Analog-to-Digital Converter module (PIC12F675):
 - 10-bit resolution
 - Programmable 4-channel input
 - Voltage reference input
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Gate Input mode
 - Option to use OSC1 and OSC2 in LP mode as Timer1 oscillator, if INTOSC mode selected
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins

| Device | Program Memory | Data Memory | | I/O | 10-bit A/D (ch) | Comparators | Timers 8/16-bit |
|-----------|----------------|--------------|----------------|-----|-----------------|-------------|-----------------|
| | FLASH (words) | SRAM (bytes) | EEPROM (bytes) | | | | |
| PIC12F629 | 1024 | 64 | 128 | 6 | — | 1 | 1/1 |
| PIC12F675 | 1024 | 64 | 128 | 6 | 4 | 1 | 1/1 |

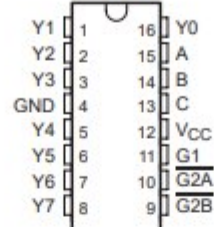
* 8-bit, 8-pin devices protected by Microchip's Low Pin Count Patent: U.S. Patent No. 5,847,450. Additional U.S. and foreign patents and applications may be issued or pending.

74AC11138 3-LINE TO 8-LINE DECODER/DEMULTIPLEXER

SCAS042B – MAY 1988 – REVISED APRIL 1996

- Designed Specifically for High-Speed Memory Decoders and Data Transmission Systems
- Incorporates Three Enable Inputs to Simplify Cascading and/or Data Reception
- Center-Pin V_{CC} and GND Configurations Minimize High-Speed Switching Noise
- EPIC™ (Enhanced-Performance Implanted CMOS) 1- μ m Process
- 500-mA Typical Latch-Up Immunity at 125°C
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D) and Thin Shrink Small-Outline (PW) Packages, and Standard Plastic 300-mil DIPs (N)

D, N, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



description

The 74AC11138 circuit is designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems, this decoder can be used to minimize the effects of system decoding. When employed with high-speed memories utilizing a fast enable circuit, the delay times of this decoder and the enable time of the memory are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The conditions at the binary-select (A, B, C) inputs and the three enable ($G1$, $\overline{G2A}$, $\overline{G2B}$) inputs select one of eight output lines. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented without external inverters and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The 74AC11138 is characterized for operation from -40°C to 85°C.

FUNCTION TABLE

| ENABLE INPUTS | | | SELECT INPUTS | | | OUTPUTS | | | | | | | |
|---------------|------------------|------------------|---------------|---|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| $G1$ | $\overline{G2A}$ | $\overline{G2B}$ | C | B | A | Y0 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 |
| X | H | X | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| X | X | H | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| L | X | X | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | L | L | L | H | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | L | H | H | L | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | H | L | H | H | L | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | H | H | H | H | L | H | H | H | H | H |
| H | L | L | H | L | L | H | H | H | H | L | H | H | H |
| H | L | L | H | L | H | H | H | H | H | H | L | H | H |
| H | L | L | H | H | L | H | H | H | H | H | H | L | H |
| H | L | L | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | L |



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

EPIC is a trademark of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

74AC11138
3-LINE TO 8-LINE DECODER/DEMULTIPLEXER

SCAS042B – MAY 1988 – REVISED APRIL 1996

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

| | |
|--|----------------------------|
| Supply voltage range, V_{CC} | –0.5 V to 7 V |
| Input voltage range, V_I (see Note 1) | –0.5 V to $V_{CC} + 0.5$ V |
| Output voltage range, V_O (see Note 1) | –0.5 V to $V_{CC} + 0.5$ V |
| Input clamp current, I_{IK} ($V_I < 0$ or $V_I > V_{CC}$) | ±20 mA |
| Output clamp current, I_{OK} ($V_O < 0$ or $V_O > V_{CC}$) | ±50 mA |
| Continuous output current, I_O ($V_O = 0$ to V_{CC}) | ±50 mA |
| Continuous current through V_{CC} or GND | ±200 mA |
| Maximum power dissipation at $T_A = 55^\circ\text{C}$ (in still air) (see Note 2): | |
| D package | 1.3 W |
| N package | 1.1 W |
| PW package | 0.5 W |
| Storage temperature range, T_{stg} | –65°C to 150°C |

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. The input and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
2. The maximum package power dissipation is calculated using a junction temperature of 150°C and a board trace length of 750 mils, except for the N package, which has a trace length of zero.

recommended operating conditions

| | | MIN | NOM | MAX | UNIT |
|---------------------|------------------------------------|------------------|------|----------|------|
| V_{CC} | Supply voltage | 3 | 5 | 5.5 | V |
| V_{IH} | High-level input voltage | $V_{CC} = 3$ V | 2.1 | | V |
| | | $V_{CC} = 4.5$ V | 3.15 | | |
| | | $V_{CC} = 5.5$ V | 3.85 | | |
| V_{IL} | Low-level input voltage | $V_{CC} = 3$ V | | 0.9 | V |
| | | $V_{CC} = 4.5$ V | | 1.35 | |
| | | $V_{CC} = 5.5$ V | | 1.65 | |
| V_I | Input voltage | 0 | | V_{CC} | V |
| V_O | Output voltage | 0 | | V_{CC} | V |
| I_{OH} | High-level output current | $V_{CC} = 3$ V | | –4 | mA |
| | | $V_{CC} = 4.5$ V | | –24 | |
| | | $V_{CC} = 5.5$ V | | –24 | |
| I_{OL} | Low-level output current | $V_{CC} = 3$ V | | 12 | mA |
| | | $V_{CC} = 4.5$ V | | 24 | |
| | | $V_{CC} = 5.5$ V | | 24 | |
| $\Delta t/\Delta v$ | Input transition rise or fall rate | 0 | | 10 | ns/V |
| T_A | Operating free-air temperature | –40 | | 85 | °C |

Standard LED

Red Emitting Colour



Absolute Maximum Ratings at $T_a = 25^{\circ}\text{C}$

| Parameter | Maximum | Unit |
|---|---|-------------------------|
| Power Dissipation | 80 | mW |
| Peak Forward Current (1/10 Duty Cycle, 0.1 ms Pulse Width) | 100 | mA |
| Continuous Forward Current | 20 | |
| Derating Linear From 50°C | 0.4 | mA / $^{\circ}\text{C}$ |
| Reverse Voltage | 5 | V |
| Operating Temperature Range | -25°C to $+80^{\circ}\text{C}$ | |
| Storage Temperature Range | -40°C to $+100^{\circ}\text{C}$ | |
| Lead Soldering Temperature (4 mm (0.157) Inches from Body) | 260°C for 5 s | |

Electrical Optical Characteristics at $T_a = 25^{\circ}\text{C}$

| Parameter | Symbol | Minimum | Typical | Maximum | Unit | Test Condition |
|--------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------------|--------------------------------|
| Luminous Intensity | I_v | | 40 | | mcd | $I_f = 20 \text{ mA}$ (Note 1) |
| Viewing Angle | $2\theta_{1/2}$ | | 25 | | Deg | (Note 2) |
| Peak Emission Wavelength | λ_p | | 640 | | nm | $I_f = 20 \text{ mA}$ |
| Dominant Wavelength | λ_d | | 635 | | nm | $I_f = 20 \text{ mA}$ (Note 3) |
| Spectral Line Half-Width | $\Delta\lambda$ | | 25 | | nm | $I_f = 20 \text{ mA}$ |
| Forward Voltage | V_f | | 2 | 2.5 | V | $I_f = 20 \text{ mA}$ |
| Reverse Current | I_R | - | - | 100 | μA | $V_R = 5 \text{ V}$ |

Notes:

- Luminous intensity is measured with a light sensor and filter combination that approximates the CIE eye-response curve
- $\theta_{1/2}$ is the off-axis angle at which the luminous intensity is half the axial luminous intensity
- The dominant wavelength (λ_d) is derived from the CIE chromaticity diagram and represents the single wavelength which defines the colour of the device