

Universidad de Costa Rica

Laboratorio 2: GPIOS, Timers y FSM

IE-0624 Laboratorio de Microcontroladores

Prof. MSc. Marco Villalta

Isaac Rojas Hernández

B76693

Amy Herrera Mora

B53473

23 de abril de 2023

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Nota teórica</b>	<b>3</b>
2.1. ATtiny4313 . . . . .	3
2.1.1. Registros DDRA, DDRB y DDRD . . . . .	5
2.1.2. Registros PORTA, PORTB, y PORTD . . . . .	5
2.1.3. Registro GIMSK . . . . .	6
2.1.4. Registro TCCR0A, TCCR0B . . . . .	7
2.1.5. Registro TIMSK . . . . .	7
2.2. BCD to 7 segment . . . . .	8
2.3. Diseño del circuito . . . . .	8
2.3.1. Rebote del pulsador . . . . .	8
2.3.2. Resistencia de los displays . . . . .	9
2.3.3. Resistencias de los LEDs de ciclo de lavado . . . . .	10
2.3.4. Resistencias de los LEDs de nivel de carga . . . . .	11
2.3.5. Diseño del Circuito para el control automático de lavadora . . . . .	12
<b>3. Desarrollo/Análisis de resultados</b>	<b>13</b>
<b>4. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>16</b>
<b>5. GIT</b>	<b>17</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>18</b>
<b>6. Apéndices</b>	<b>19</b>

# 1. Introducción

En el presente documento se describe todo el trabajado realizado para el segundo laboratorio del curso Laboratorio de microcontroladores. En él se desea desarrollar un control automático simplificado de una lavadora utilizando botones, displays de siete segmentos, LEDs y un microcontrolador ATtiny4313. Este realiza siempre cuatro etapas pero en función del nivel de carga escogido así se implementa la duración para cada una, por ejemplo, para una carga baja se realiza el suministro de agua, lavado, enjuagado y la parte de centrifugar en 9 segundos, mientras que en una carga media y alta la duración es de 19 y de 27 segundos respectivamente. La implementación consiste en tener tres botones con LEDs para representar los niveles de carga anteriormente mencionados con dos displays que muestran el tiempo restante de acuerdo a la etapa en la que se encuentra. Adicionalmente, se tienen LEDs que indican la etapa correspondiente.

Para el diseño del esquemático se procedió a utilizar los pines B0, B1 y B2 para los tres botones correspondientes a las cargas, y para el botón de inicio/pausa se utilizó el pin A2, los cuales son las entradas para el microcontrolador. Seguidamente, para los LEDs que se encienden para mostrar cada nivel de carga que se escoge se configuraron los pines B5, B6 y B7 como salidas para que estos se enciendan. También, se siguió esta lógica para los LEDs de cada etapa de lavado con los pines B3, B4, D4 y D5. Finalmente, para mostrar de forma regresiva el tiempo restante entre cada etapa para la respectiva carga se utilizaron los pines A1, A0, D1 y D0 como salidas hacia el decodificador que llega a los dos displays de siete segmentos que además están conectados al pin D6 para que este cambie las pantallas para mostrar ya sean decenas o unidades. Con esto se pudo implementar en código.

Como principales conclusiones se tiene que el ATtiny4313 es un microcontrolador con una arquitectura más compleja y con mayor cantidad de pines que permite un desarrollo más sencillo de programas y un uso de periféricos más amplio. Asimismo, el uso de interrupciones y timers permite automatizar partes del código que de lo contrario tendrían que ser implementadas directamente en C. Por otra parte, lo que se recomienda es que el uso de la hoja de datos del fabricante del microcontrolador es esencial para el desarrollo de cualquier programa cuando se desea realizar un circuito con uno de estos dispositivos. También, que la investigación de distintas aplicaciones para el microcontroladores puede dar un mejor entendimiento a la hora de programar el firmware del mismo.

## 2. Nota teórica

### 2.1. ATtiny4313

Para este laboratorio se utiliza el microcontrolador ATtiny4313. Sus principales características son [1]:

- Microcontrolador AVR de 8 Bits.
- Procesador con arquitectura RISC/Harvard.
- 2/4Kb de memoria Flash, 128/256 bytes de SRAM y 128/256 bytes de EEPROM.
- 18 GPIOs agrupados en tres puertos.
- Timers y counters de 8 y 16 bits.

- 4 canales PWM, comparador analógico, USI y USART.

En las figuras (1) y (2) es posible apreciar tanto el esquemático, con sus pines etiquetados, como el diagrama de bloques del microcontrolador.

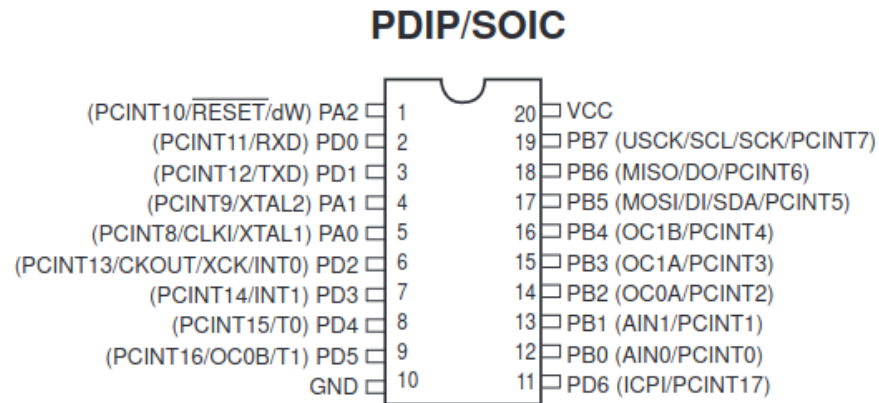


Figura 1: Esquema del ATtiny4313 [1]

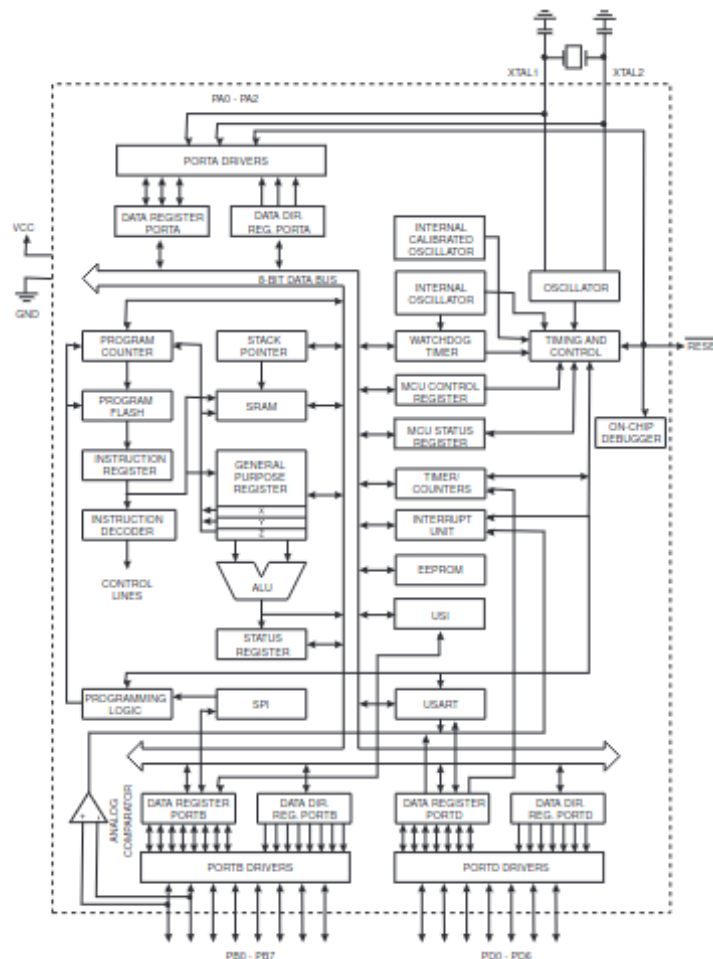


Figura 2: Diagrama de bloques del ATtiny4313[1]

Los bloques importantes que se pueden apreciar son: el de RAM, ROM/Flash, EEPROM, Timers, Convertidores A/D, Puertos I/O y comunicaciones (Seriales). La especificaciones eléctricas vienen dadas por la tabla (1) a continuación. [1].

Especificaciones eléctricas	Valor
Temperatura de operación	$-55^{\circ}C$ a $+125^{\circ}C$
Máxima tensión de operación	6 V
DC por I/O Pin	40 mA
DC en pines Vcc y GND	200 mA

Tabla 1: Especificaciones Eléctricas para el microcontrolador

A continuación se describirán los registros de interés para la elaboración de este laboratorio.

### 2.1.1. Registros DDRA, DDRB y DDRD

Estos son unos registros especiales de 8 bits utilizados para configurar las direcciones de los pines de entrada y salida en los puertos. Cada letra A, B o D son los puertos, y si el bit correspondiente es un 0, entonces se configura como entrada. Si el bit es un 1, sera salida. [1]. Como ejemplo se tiene el DDRA en la figura [3].

**DDRA – Port A Data Direction Register**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x1A (0x3A)	–	–	–	–	–	DDA2	DDA1	DDA0	DDRA
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 3: Registro DDRA.

Con ayuda del siguiente código se explica la especificación para los pines con este registro:

```

1 // Se configura el puerto A como salida con pines 0, 1 y 2 y entrada en pin 3
2 DDRA |= (1 << DDA0) | (1 << DDA1) | (1 << DDA2);
3 DDRA &= ~(1 << DDA3);

```

### 2.1.2. Registros PORTA, PORTB, y PORTD

El registro PORT es una estructura de memoria utilizada para controlar los pines de entrada/salida del microcontrolador. Para el caso del ATtiny4313, este tiene un total de 20 pines de entrada/salida que se encuentran agrupados en 2 puertos de 8 bits cada uno que son PORTA y PORTB; y 4 pines adicionales que pueden ser configurados tanto como entrada como salida segun el registro DDR respectivo. Cada uno de los bits de este registro controla un pin específico del microcontrolador. [1]. En la figura [4] se ejemplifica este registro.

**PORTA – Port A Data Register**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x1B (0x3B)	–	–	–	–	–	PORTA2	PORTA1	PORTA0	PORTA
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 4: Registro PORTA.

Con ayuda del siguiente código se explica la especificación para los pines con este registro:

```

1 case 0:
2     PORTD &= ~(1 << BCD_C_PIN)|(1 << BCD_D_PIN);
3     PORTA &= ~(1 << BCD_A_PIN)|(1 << BCD_B_PIN);
4     break;

```

**2.1.3. Registro GIMSK**

Este registro es el llamado General Interrupt Mask Register. Es de 8 bits y se utiliza para habilitar o deshabilitar las interrupciones generales en el microcontrolador. Dichas interrupciones son señales que se generan dentro del microcontrolador en respuesta a eventos externos o internos. Como ejemplo de interrupciones se tienen los temporizadores o el cambio en un pin de entrada. Cuando se producen estas, el microcontrolador interrumpe temporalmente la ejecución del programa principal, y en cambio ejecuta una ISR específica para esa interrupción, que una vez terminada procede a devolverse al programa principal. [1].

En la figura [5] se ejemplifica este registro.

**GIMSK – General Interrupt Mask Register**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x3B (0x5B)	INT1	INT0	PCIE0	PCIE2	PCIE1	–	–	–	GIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 5: Registro GIMSK.

Con ayuda del siguiente código se explica la especificación para los pines con este registro:

```

1 void setup_interrupts() {
2     //Configurar las interrupciones
3
4     //Interrupcion del bot n de inicio/pausa (prioritario)
5     PCMSK1 |= (1 << PCINT10);
6
7     //Interrupciones de los niveles de carga (No prioritarios)
8     PCMSK |= (1 << PCINT2) | (1 << PCINT1) | (1 << PCINT0);
9
10    //Habilitación de las interrupciones anteriormente creadas
11    GIMSK |= (1 << PCIE1) | (1 << PCIE0);
12 }

```

### 2.1.4. Registro TCCR0A, TCCR0B

Este registro es denominado Timer/Counter Control Register en el microcontrolador ATtiny4313. Es un registro de 8 bits utilizado para configurar los modos de operación de los temporizadores y contadores del microcontrolador. Con esto permite definir la manera de incrementar o disminuir el valor de los registros de conteo para poder determinar cuándo se generarán interrupciones. [1]. En la figura [6] se ejemplifica este registro.

**TCCR0A – Timer/Counter Control Register A**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x30 (0x50)	COM0A1	COM0A0	COM0B1	COM0B0	–	–	WGM01	WGM00	TCCR0A
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 6: Registro TCCR0.

Con ayuda del siguiente código se explica la especificación para los pines con este registro:

```

1 // Configurar el modo de temporizador de comparación normal
2 TCCR0A = 0x00;
3 TCCR0B = 0x00;
4 // Configurar el preescaler a 1024
5 TCCR0B |= (1 << CS02) | (1 << CS00);
6
7 //Habilitar las interrupciones del microcontrolador
8 sei();
9
10 //Prestablecer el valor del contador a 0
11 TCNT0 = 0;

```

### 2.1.5. Registro TIMSK

Este registro se denomina Timer/Counter Interrupt Mask Register en este microcontrolador ATtiny4313. El mismo es un registro de 8 bits utilizado para habilitar o deshabilitar las interrupciones generadas por los temporizadores y contadores del microcontrolador. Dicho registro permite seleccionar qué temporizadores o contadores generan las interrupciones y cuáles no. [1]. En la figura [7] se ejemplifica este registro.

**TIMSK – Timer/Counter Interrupt Mask Register**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x39 (0x59)	TOIE1	OCIE1A	OCIE1B	–	ICIE1	OCIE0B	TOIE0	OCIE0A	TIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 7: Registro TIMSK.

Con ayuda del siguiente código se explica la especificación para los pines con este registro:

```

1 //ISR para el botón de inicio/pausa
2 ISR(PCINT1_vect){
3     if(PINA & (1 << START_PAUSE_PIN)){

```

```

4      //Si el timer est  activo se debe detener:
5      if (TIMSK & (1 << TOIE0)){
6          TIMSK &= ~(1 << TOIE0);
7      }
8      else{
9          // Si est  detenido lo iniciamos
10         TIMSK |= (1 << TOIE0);
11     }
12 }
13 }

```

## 2.2. BCD to 7 segment

El decodificador BCD a 7 segmentos, es un componente eléctrico hecho para transformar números en BCD a un formato apto pantallas digitales de 7 segmentos. El decodificador toma la señal enviada por medio de sus 4 pines principales y produce una señal apropiada para que la pantalla pueda desplegar el número deseado en ella [2]. El esquema del BCD a 7 segmentos se puede ver en la figura (8).

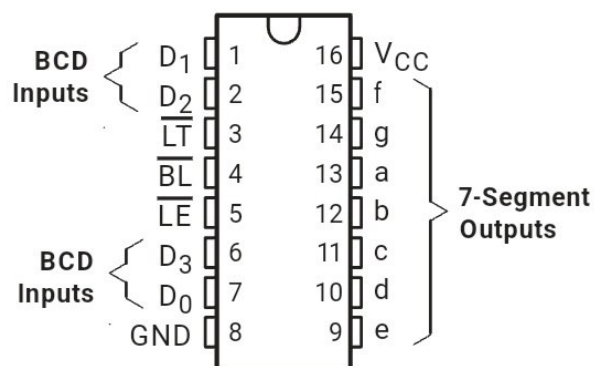


Figura 8: Esquema del BCD to 7 Segment Decoder [2]

## 2.3. Diseño del circuito

### 2.3.1. Rebote del pulsador

Se inició el diseño del circuito, tomando en consideración el *switch bounce*, que es la reacción provocada por la activación de un switch, o un botón físico donde el contacto entre las piezas de metal para la activación del switch no se da de forma instantánea, sino que físicamente puede tener rebotes y hacer contactos imperfectos hasta llegar al punto donde se desea. El rebote se ocasiona de dichos contactos en medio de la pulsación del botón, lo que podría hacer pensar al hardware que se tienen varias pulsaciones en medio de una única [3].

Para poder manejar este problema se realizó un filtro pasivo, que se puede apreciar en la figura (9). En este caso se diseñó para un valor de  $\tau$  que fuese lo suficientemente grande para el microcontrolador, pero lo suficientemente pequeño para que a vista humana no fuese detectable. Es necesario destacar que la entrada del circuito se encuentra en corriente directa, por lo que no es necesario considerar un rango de frecuencias específico dentro del diseño.



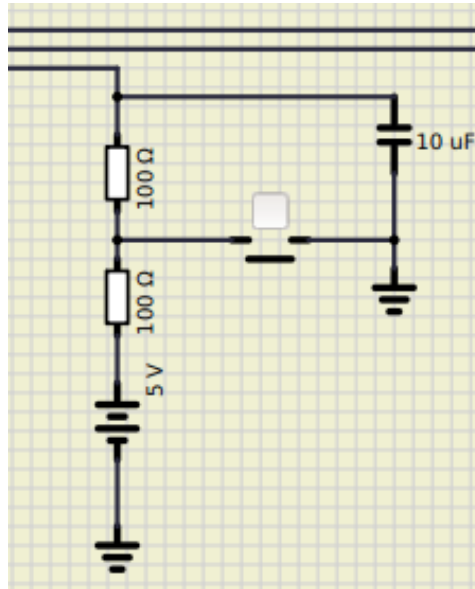


Figura 9: Filtro pasivo para eliminar el efecto rebote del botón.

Tomando en cuenta la decisión que se tomó para el  $\tau$ , se escogió dos resistencias de  $100\Omega$  y un capacitor de  $10\mu F$ , mientras que la topología se tomó de [3]. Por lo que el resultado para la constante de tiempo está determinada por:

$$\tau = R \cdot C = (100 + 100)\Omega \cdot 10\mu F = 2ms \quad (1)$$

El resultado obtenido cumple con la especificación de rapidez para el circuito y para la indetección del usuario.

### 2.3.2. Resistencia de los displays

Otra parte importante del diseño se tiene en la protección de los displays, ya que cada uno de los segmentos para representar un número cuenta con un LED, así que se debe tomar en cuenta la posibilidad de las sobrecorrientes entregadas al display que podrían dañar al mismo. De las características eléctricas del microcontrolador se tiene que las corrientes máximas entregadas son de 25mA por pin y los unos lógicos para un GPIO son de 5V, lo que daría como resultado la siguiente ecuación:

$$R_{out} = \frac{V}{I} = \frac{5}{125mA} = 200\Omega \quad (2)$$

El diseño se puede observar en la figura [15].

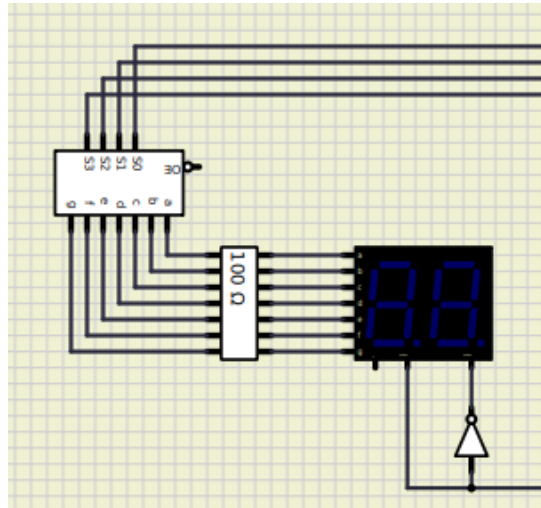


Figura 10: Diseño para los displays.

### 2.3.3. Resistencias de los LEDs de ciclo de lavado

Los LEDs escogidos para el ciclo de lavado fueron de color verde, en la hoja de datos en el Anexo [referenciar anexo], se tiene que la tensión de operación normal  $V_f$  a  $T = 25^\circ C$  es de  $2,1V$ , que en conjunto con las especificaciones del microcontrolador que posee una salida de tensión  $V_{cc} = 5V$  y una utilizando una corriente máxima de salida  $I_{cc} = 20mA$ , se da el siguiente análisis:

$$V_{cc} - V_f - V_R = 0 \Rightarrow V_R = V_{cc} - V_F = 5V - 2,1V = 2,9V \quad (3)$$

A partir de este resultado, se puede obtener el valor de la resistencia por medio de la Ley de Ohm:

$$R = \frac{V_R}{I_{cc}} = \frac{2,9V}{20mA} = 145\Omega \quad (4)$$

Por lo que el valor para las resistencias que protegen los LEDs que representan el ciclo de lavado en el que se encuentra, es de  $145\Omega$  y se aprecian en la figura [11].

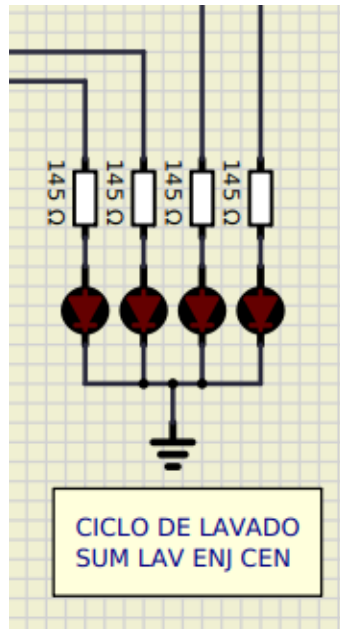


Figura 11: Diseño para los LEDs que representan el ciclo de lavado.

#### 2.3.4. Resistencias de los LEDs de nivel de carga

En el caso de los LEDs del nivel de carga, se escogió por temas de diseño LEDs anaranjados. En la hoja del fabricante no se especificó la tensión de operación, pero por medio de la gráfica de Corriente contra Tensión de operación, se determinó que para una corriente  $I_{cc} = 20mA$ , la cual es la máxima provista por el microcontrolador, el LED tiene una tensión de operación de  $V_f = 2,0V$ , por lo que utilizando las mismas especificaciones que para los LEDs de los ciclos de lavado se tiene el siguiente análisis:

$$V_{cc} - V_f - V_R = 0 \Rightarrow V_R = V_{cc} - V_F = 5V - 2,0V = 3V \quad (5)$$

Lo que con este resultado permite obtener la resistencia necesaria para los LEDs anaranjados

$$R = \frac{V_R}{I_{cc}} = \frac{3V}{20mA} = 150\Omega \quad (6)$$

Por lo cual se define para los LEDs del nivel de carga una resistencia protectora con un valor de  $150\Omega$ . El diseño para esta parte se muestra en la figura [12].

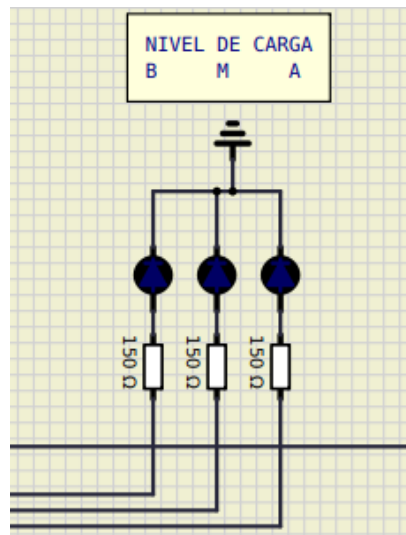


Figura 12: Diseño para los LEDs del nivel de carga.

### 2.3.5. Diseño del Circuito para el control automático de lavadora

El convertidor de BCD a 7 segmentos se encuentra conectado a la resistencia de salida para la protección de los LEDs y ambas pantallas se encuentran conectadas directamente a esa resistencia. Cada vez que el microcontrolador reciba la señal del botón enviará por los pines los valores necesarios para conformar en BCD el número a desplegar, donde el cero está dado por 0V y el 1 está dado por 5V.

La idea detrás de utilizar un mismo pin como negativo de ambos displays, se da por temas de capacidad de pines del microcontrolador, lo que para ello se colocó un NOT lógico a la entrada del negativo del display de las unidades. Por ende en el diseño también se tomó en cuenta que para establecer los números en ambas pantallas es necesario conmutar entre ellas, por lo que los valores en los pines estarán cambiando a una velocidad lo suficientemente rápida para que los displays no se apague visiblemente.

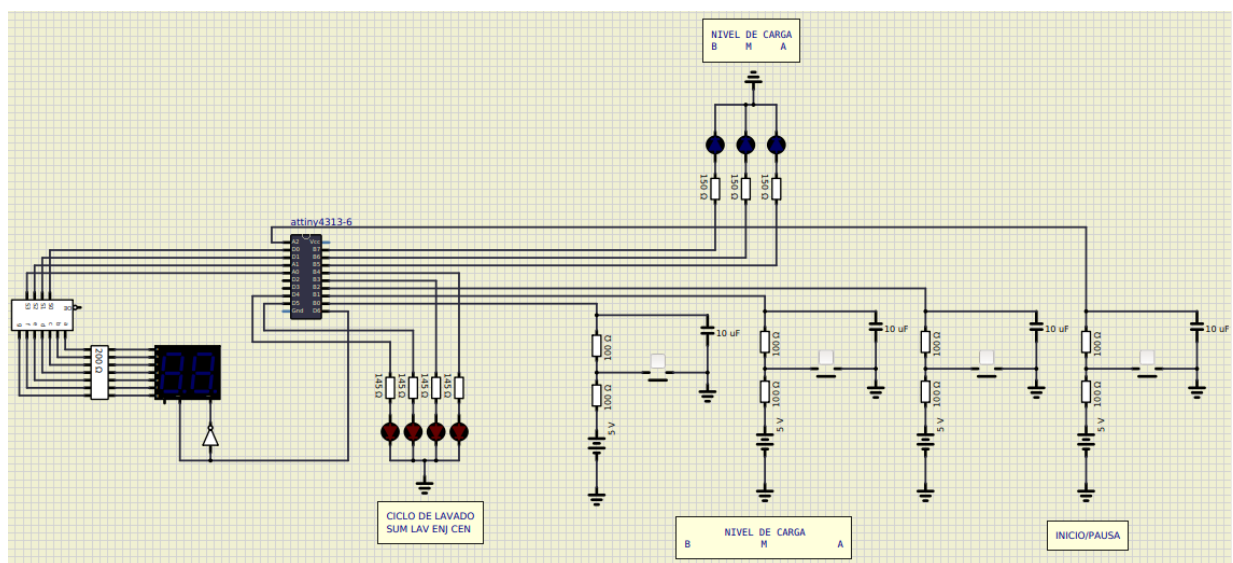


Figura 13: Filtro pasivo para eliminar efecto rebote de los botones.

Los costos de diseñar un circuito como el anterior físicamente están dados en la siguiente tabla:

Componente	Cantidad	Precio (colones)
Resistencias de 200Ω	7	175
Resistencias de 100Ω	8	200
Resistencias de 150Ω	7	483
Capacitor de 10uF	4	356
LEDs de colores	7	3220
Decodificador BCD a 7 segmentos	1	595
Compuerta lógica NOT	1	825
Microcontrolador ATtiny4313	1	1005
<b>Total</b>		<b>10 670</b>

Tabla 2: Tabla de costos de los componentes empleados para el circuito.

### 3. Desarrollo/Análisis de resultados

Para poder desarrollar el programa que contenga todas las funcionalidades descritas en el enunciado del laboratorio, fue necesario seguir el diagrama de flujo mostrado en la figura (14).

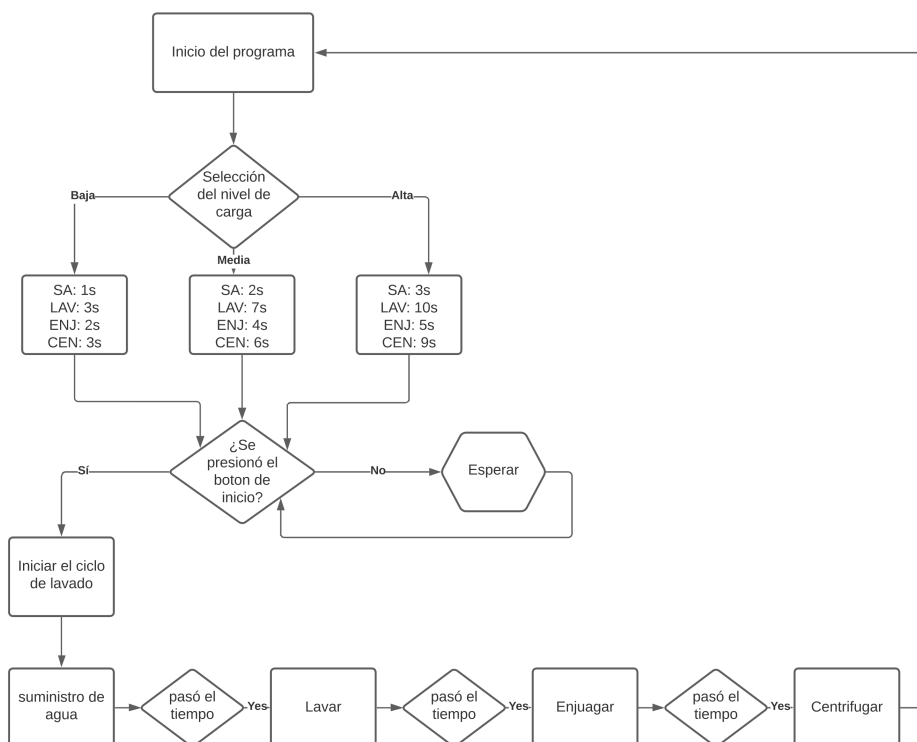


Figura 14: Diagrama de bloques del programa de la Lavadora.

Inicialmente se deben establecer las funcionalidades de cada uno de los pines, siendo como entradas

o como salidas. En este caso únicamente 4 pines se establecen como entradas, mientras que el resto son salidas. Además es necesario que cuando se asignen los pines, se activen las resistencias de pull-up para poder recibir bien las señales que entran.

```

1 //Configuracion de los pines del microcontrolador.
2 void setup_pins() {
3     DDRA |= ((1 << BCD_A_PIN) | (1 << BCD_B_PIN)); //BCD en A
4     DDRA &= ~(1 << START_PAUSE_PIN); //Entrada del boton de inicio pausa
5     DDRB &= ~((1 << LOW_LOAD_PIN) | (1 << MEDIUM_LOAD_PIN) | (1 << HIGH_LOAD_PIN));
6     //Entradas de los botones de carga
7     DDRB |= (1 << LOW_LOAD_LED_PIN) | (1 << MEDIUM_LOAD_LED_PIN) | (1 <<
8     HIGH_LOAD_LED_PIN); //LEDs en B para los Niveles de carga
9     DDRB |= (1 << ENJUAGADO_LED_PIN) | (1 << CENTRIFUGADO_LED_PIN); //LEDs en B para
10    los ciclos de lavado
11    DDRD |= ((1 << LAVAR_LED_PIN) | (1 << SUMINISTRO_AGUA_LED_PIN) | (1 << BCD_C_PIN)
12    | (1 << BCD_D_PIN) | (1 << DISPLAY)); //LEDs en D para los ciclos de lavado
13    //DDRD |= ((1 << BCD_C_PIN) | (1 << BCD_D_PIN) | (1 << DISPLAY)); //BCD en D
14    //DDRD |= (1 << DISPLAY); //Pin para el display
15 }
16
17 // Activar pull-up para los botones
18 PORTA |= (1 << START_PAUSE_PIN);
19 //PORTB |= (1 << LOW_LOAD_PIN) | (1 << MEDIUM_LOAD_PIN) | (1 << HIGH_LOAD_PIN);

```

El programa debe recibir una selección de nivel de carga para poder determinar los tiempos que toma realizar cada una de las etapas del ciclo de lavado. Además cuando se selecciona el nivel un LED se enciende dependiendo del valor escogido. Dentro del programa la selección del nivel de carga determina los tiempos que toma cada etapa del ciclo de lavado.

El programa no inicia hasta que se presione el botón de Inicio/Pausa, por lo que se mantiene en estado estacionario. Cuando se presiona, se debe mostrar el tiempo total que toma realizar el lavado, según la carga, en las pantallas y realizar la cuenta regresiva en las mismas. Para cada una de las etapas se desarrolló una función cómo la que se muestra a continuación:

```

void suministro_agua() {
    //encender el led de suministro de agua y apagar el resto:
    PORTD |= (1 << SUMINISTRO_AGUA_LED_PIN);
    PORTD &= ~(1 << LAVAR_LED_PIN);
    PORTB &= ~((1 << ENJUAGADO_LED_PIN)|(1 << CENTRIFUGADO_LED_PIN));
    //Establece el tiempo dependiendo del nivel de carga
    switch (seleccion_de_intensidad){
        case BAJA:
            tiempo_necesario = 1;
            break;

        case MEDIA:
            tiempo_necesario = 2;
            break;

        case ALTA:
            tiempo_necesario = 3;
            break;
    }
}

```

```

    if (segundos == tiempo_necesario){
        state = LAVAR;
        segundos = 0;
        TCNT0 = 0;
    }
}

```

Conforme se va cumpliendo el tiempo de cada una de las etapas los LEDs van cambiando con ellas para saber en cual se encuentra. El cambio de etapa del ciclo de lavado se realiza en el main del programa, que además funciona para instanciar las configuraciones de los pines y los timers, adicionalmente inicia con todos los LEDS apagados hasta empieza el programa. Al finalizar el la ejecución se reinicia por completo todos el circuito eléctrico, volviendo al estado inicial.

```

1 int main(void){
2     //Iniciar con los LEDs apagados
3     PORTB &= ~(1 << LOW_LOAD_LED_PIN);
4
5     setup_pins();
6     setup_interrupts();
7     setup_timer();
8
9     while (1){
10        switch (state){
11            case SUMINISTRO_AGUA:
12                suministro_agua();
13                break;
14            case LAVAR:
15                lavar();
16                break;
17            case ENJUAGAR:
18                enjuagar();
19                break;
20            case CENTRIFUGAR:
21                centrifugar();
22                break;
23        }
24    }
25 }

```

Apesar de que se logró una implementación adecuada del programa por medio del código y que de forma separada los diferentes bloques de código logran realizar sus funciones, no fue posible la implementación conjunta del código por medio de la simulación. Cuando se simula el código compilado, al seleccionar la carga baja, el cronómetro logra la cuenta regresiva y los leds se encienden por etapa, sin embargo no fue posible realizar el funcionamiento adecuado para la carga media o alta, a pesar de que el algoritmo utiliza la misma lógica. En la figura 15 se puede apreciar el inicio del ciclo de lavado para una carga baja.

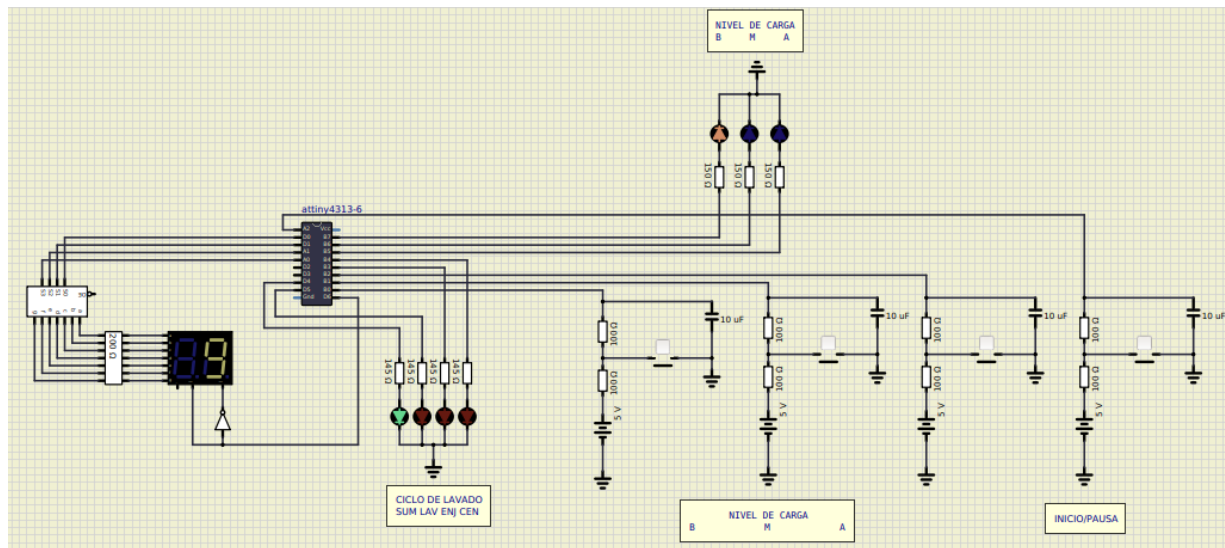


Figura 15: Prueba para la carga baja de la lavadora.

El manejo de las interrupciones puede ser causa de las inconveniencias presentes en el código. Por ende dentro de las recomendaciones y conclusiones se extiende al respecto.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

- Como primera conclusión se tiene que el ATtiny4313 es un microcontrolador con una arquitectura más compleja y con mayor cantidad de pines que permite un desarrollo más sencillo de programas y un uso de periféricos más amplio.
- Además, el uso de interrupciones y timers permite automatizar partes del código que de lo contrario tendrían que ser implementadas directamente en C. Adicionalmente, estas interrupciones posibilitan el funcionamiento continuo y correcto del programa cuando se desea alterar el comportamiento en media ejecución. A pesar que se tenga un algoritmo con un funcionamiento adecuado, es necesario revisar que una implementación similar se desarrolle de forma adecuada, ya que al trabajar con hardware hay más que una ejecución lineal de código.
- Por otra parte, el diseño del circuito es la base de las implementaciones con microcontroladores, por ende, diseñar inicialmente el esquemático ayuda a que el desarrollo del programa sea más fácil.
- Como parte de las recomendaciones es importante mencionar que el uso de la hoja de datos del fabricante del microcontrolador es esencial para el desarrollo de cualquier programa cuando se desea realizar un circuito con uno de estos dispositivos.
- También, la investigación de distintas aplicaciones para el microcontroladores puede dar un mejor entendimiento a la hora de programar el firmware del mismo.
- Es necesario buscar fuentes externas a la hoja de datos del microcontrolador para el manejo de las interrupciones, ya que la documentación puede no ser tan explícita con respecto al funcionamiento o el manejo de ellas.



- Finalmente, la compilación y el testing por etapas en el desarrollo podría ayudar a detectar problemas en el desarrollo temprano de este.

## 5. GIT

El código fuente del presente laboratorio 2 se encuentra disponible en el siguiente enlace: <https://github.com/mimiherrera/IE0624-Lab-de-Microcontroladores/tree/Lab2/SegundoLaboratorio>

## Bibliografía

1. Atmel Corporation, *8-bit AVR Microcontroller with 2/4K Bytes In-System Programmable Flash*, 2011. [Online]. Disponible en: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/392236/ATMEL/ATTINY4313.html>. [Accesado: Abril 9, 2023].
2. Texas Instruments *DM7447A BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs Datasheet*, May 2000. [Online]. Disponible en: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/dm7447a.pdf>. [Accesado en: Marzo 27, 2023].
3. J. Christoffersen, *Switch Bounce: How to Deal with It, All About Circuits*, Sep. 03, 2015. [Online]. Disponible en: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/switch-bounce-how-to-deal-with-it/>. [Accesado el: Mar. 27, 2023].

## 6. Apéndices

Apéndice 1: Hoja de datos del microcontrolador

## Features

- High Performance, Low Power AVR<sup>®</sup> 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
- Data and Non-volatile Program and Data Memories
  - 2/4K Bytes of In-System Self Programmable Flash
    - Endurance 10,000 Write/Erase Cycles
  - 128/256 Bytes In-System Programmable EEPROM
    - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 128/256 Bytes Internal SRAM
  - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- Peripheral Features
  - One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Modes
  - Four PWM Channels
  - On-chip Analog Comparator
  - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
  - USI – Universal Serial Interface
  - Full Duplex USART
- Special Microcontroller Features
  - debugWIRE On-chip Debugging
  - In-System Programmable via SPI Port
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Low-power Idle, Power-down, and Standby Modes
  - Enhanced Power-on Reset Circuit
  - Programmable Brown-out Detection Circuit
  - Internal Calibrated Oscillator
- I/O and Packages
  - 18 Programmable I/O Lines
  - 20-pin PDIP, 20-pin SOIC, 20-pad MLF/VQFN
- Operating Voltage
  - 1.8 – 5.5V
- Speed Grades
  - 0 – 4 MHz @ 1.8 – 5.5V
  - 0 – 10 MHz @ 2.7 – 5.5V
  - 0 – 20 MHz @ 4.5 – 5.5V
- Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Low Power Consumption
  - Active Mode
    - 190  $\mu$ A at 1.8V and 1MHz
  - Idle Mode
    - 24  $\mu$ A at 1.8V and 1MHz
  - Power-down Mode
    - 0.1  $\mu$ A at 1.8V and +25°C



**8-bit AVR<sup>®</sup>**  
**Microcontroller**  
**with 2/4K Bytes**  
**In-System**  
**Programmable**  
**Flash**

**ATtiny2313A**  
**ATtiny4313**

Rev. 8246B-AVR-09/11



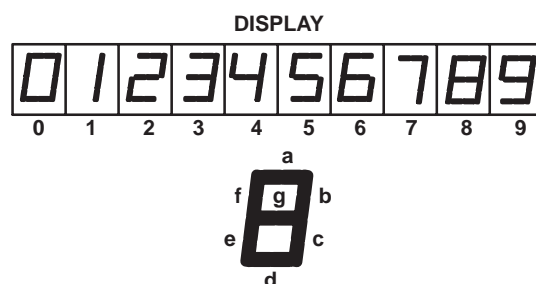
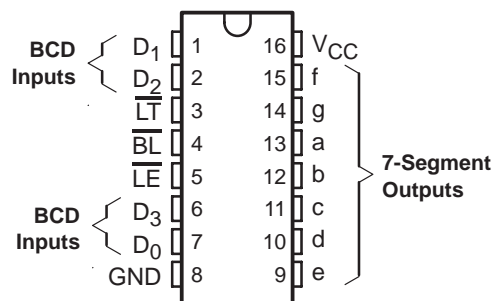
## Apéndice 2: Hoja de datos del BCD to 7 segment display

# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

- 2-V to 6-V  $V_{CC}$  Operation ('HC4511)
- 4.5-V to 5.5-V  $V_{CC}$  Operation (CD74HCT4511)
- High-Output Sourcing Capability
  - 7.5 mA at 4.5 V (CD74HCT4511)
  - 10 mA at 6 V ('HC4511)
- Input Latches for BCD Code Storage
- Lamp Test and Blanking Capability
- Balanced Propagation Delays and Transition Times
- Significant Power Reduction Compared to LSTTL Logic ICs
- 'HC4511
  - High Noise Immunity,  $N_{IL}$  or  $N_{IH} = 30\%$  of  $V_{CC}$  at  $V_{CC} = 5$  V
- CD74HCT4511
  - Direct LSTTL Input Logic Compatibility,  $V_{IL} = 0.8$  V Maximum,  $V_{IH} = 2$  V Minimum
  - CMOS Input Compatibility,  $I_I \leq 1 \mu A$  at  $V_{OL}$ ,  $V_{OH}$

CD54HC4511 ... F PACKAGE  
CD74HC4511 ... E, M, OR PW PACKAGE  
CD74HCT4511 ... E PACKAGE  
(TOP VIEW)



## description/ordering information

The CD54HC4511, CD74HC4511, and CD74HCT4511 are BCD-to-7 segment latch/decoder/drivers with four address inputs ( $D_0$ – $D_3$ ), an active-low blanking ( $BL$ ) input, lamp-test ( $LT$ ) input, and a latch-enable ( $LE$ ) input that, when high, enables the latches to store the BCD inputs. When  $LE$  is low, the latches are disabled, making the outputs transparent to the BCD inputs.

These devices have standard-size output transistors, but are capable of sourcing (at standard  $V_{OH}$  levels) up to 7.5 mA at 4.5 V. The HC types can supply up to 10 mA at 6 V.

## ORDERING INFORMATION

$T_A$	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
–55°C to 125°C	PDIP – E	Tube of 25	CD74HC4511E	CD74HC4511E
			CD74HCT4511E	CD74HCT4511E
	SOIC – M	Tube of 40	CD74HC4511M	HC4511M
		Reel of 2500	CD74HC4511M96	
		Reel of 250	CD74HC4511MT	
	TSSOP – PW	Reel of 2000	CD74HC4511PWR	HJ4511
		Reel of 250	CD74HC4511PWT	
	CDIP – F	Tube of 25	CD54HC4511F3A	CD54HC4511F3A

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/sc/package](http://www.ti.com/sc/package).



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.

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**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated  
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

## BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## FUNCTION TABLE

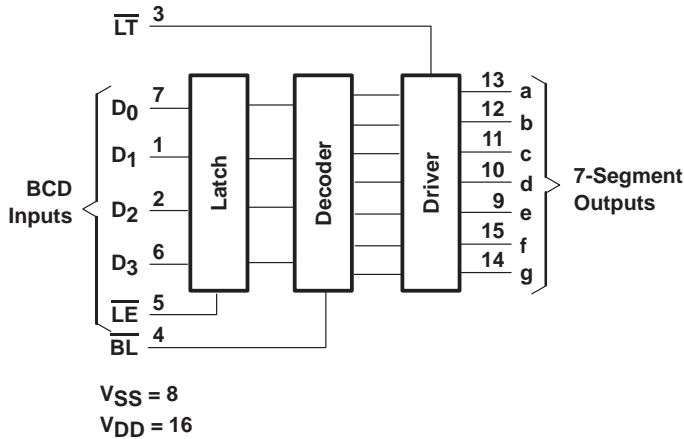
INPUTS							OUTPUTS							
$\overline{LE}$	$\overline{BL}$	$\overline{LT}$	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
X	X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	8
X	L	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
H	H	H	X	X	X	X	†	†	†	†	†	†	†	†

X = Don't care

<sup>†</sup> Depends on BCD code previously applied when  $\overline{LE} = L$

NOTE: Display is blank for all illegal input codes (BCD > HLLH).

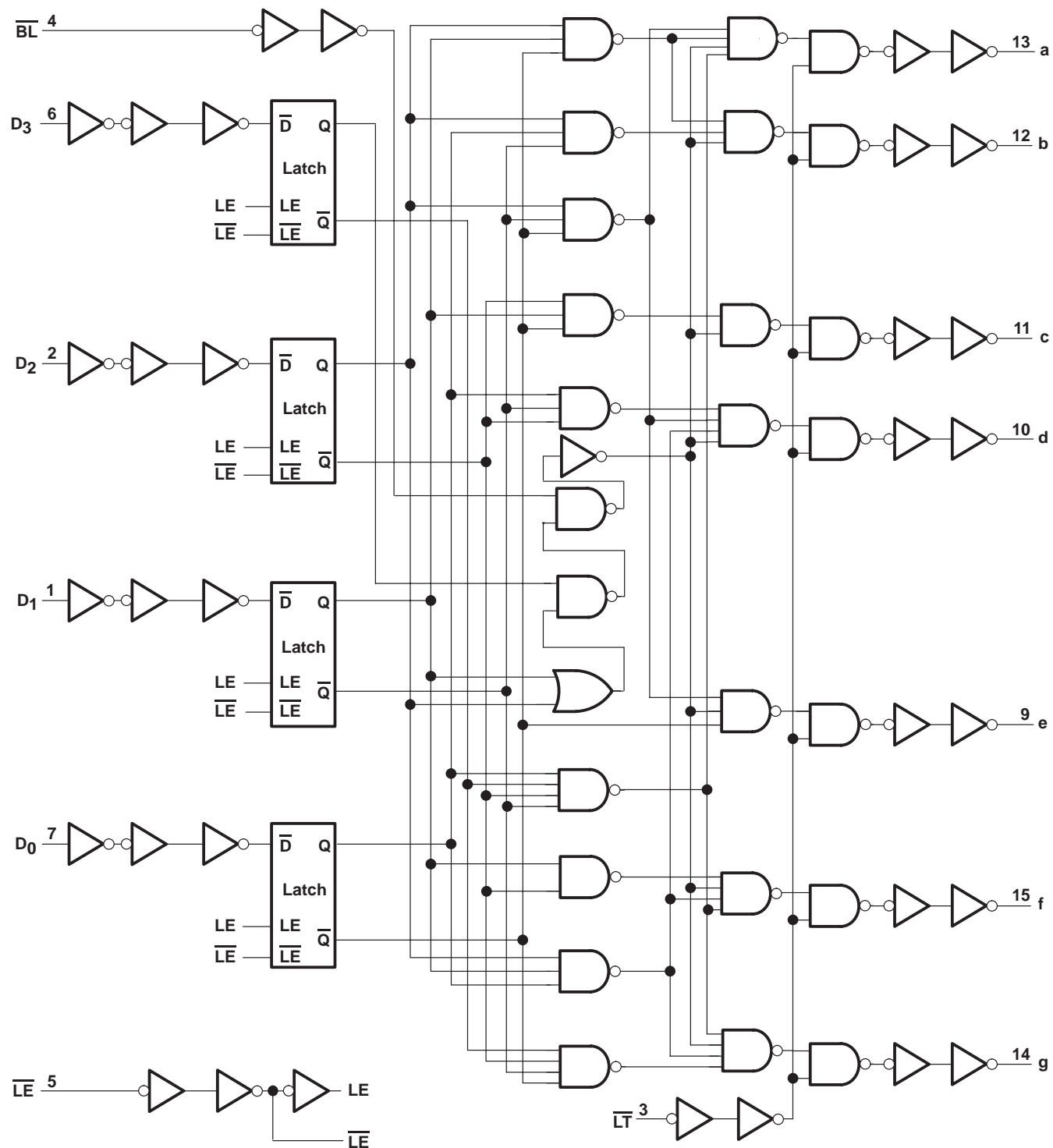
## function diagram



# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## logic diagram





# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

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

Supply voltage range, $V_{CC}$	–0.5 V to 7 V
Input diode current, $I_{IK}$ ( $V_I < -0.5$ V or $V_I > V_{CC} + 0.5$ V) (see Note 1)	±20 mA
Output diode current, $I_{OK}$ ( $V_O < -0.5$ V or $V_O > V_{CC} + 0.5$ V) (see Note 1)	±20 mA
Continuous output source or sink current per output, $I_O$ ( $V_O = 0$ to $V_{CC}$ )	±25 mA
Continuous current through $V_{CC}$ or GND	±50 mA
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2): E package	67°C/W
M package	73°C/W
PW package	108°C/W
Lead temperature (during soldering):	
At distance $1/16 \pm 1/32$ in ( $1.59 \pm 0.79$ mm) from case for 10 s maximum	265°C
Unit inserted into a PC board (minimum thickness $1/16$ in, 1.59 mm), with solder contacting lead tips only	300°C
Storage temperature, $T_{stg}$	–65 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 package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

## recommended operating conditions for 'HC4511 (see Note 3)

			$T_A = 25^\circ\text{C}$		$T_A = -55^\circ\text{C}$ TO $125^\circ\text{C}$		$T_A = -40^\circ\text{C}$ TO $85^\circ\text{C}$		UNIT
			MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
$V_{CC}$	Supply voltage		2	6	2	6	2	6	V
$V_{IH}$	High-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V	1.5		1.5		1.5		V
		$V_{CC} = 4.5$ V	3.15		3.15		3.15		
		$V_{CC} = 6$ V	4.2		4.2		4.2		
$V_{IL}$	Low-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V		0.5		0.5		0.5	V
		$V_{CC} = 4.5$ V		1.35		1.35		1.35	
		$V_{CC} = 6$ V		1.8		1.8		1.8	
$V_I$	Input voltage		0	$V_{CC}$	0	$V_{CC}$	0	$V_{CC}$	V
$V_O$	Output voltage		0	$V_{CC}$	0	$V_{CC}$	0	$V_{CC}$	V
$t_t$	Input transition (rise and fall) time	$V_{CC} = 2$ V		1000		1000		1000	ns
		$V_{CC} = 4.5$ V		500		500		500	
		$V_{CC} = 6$ V		400		400		400	

NOTE 3: All unused inputs of the device must be held at  $V_{CC}$  or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## recommended operating conditions for CD74HCT4511 (see Note 4)

		T <sub>A</sub> = 25°C		T <sub>A</sub> = –55°C TO 125°C		T <sub>A</sub> = –40°C TO 85°C		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
V <sub>CC</sub>	Supply voltage	4.5	5.5	4.5	5.5	4.5	5.5	V
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	2		2		2		V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage		0.8		0.8		0.8	V
V <sub>I</sub>	Input voltage		V <sub>CC</sub>		V <sub>CC</sub>		V <sub>CC</sub>	V
V <sub>O</sub>	Output voltage		V <sub>CC</sub>		V <sub>CC</sub>		V <sub>CC</sub>	V
t <sub>t</sub>	Input transition (rise and fall) time		500		500		500	ns

NOTE 4: All unused inputs of the device must be held at V<sub>CC</sub> or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

## 'HC4511

### electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		V <sub>CC</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C		T <sub>A</sub> = –55°C TO 125°C		T <sub>A</sub> = –40°C TO 85°C		UNIT
				MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
V <sub>OH</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub>	I <sub>OH</sub> = –20 µA	2 V	1.9		1.9		1.9		V
			4.5 V	4.4		4.4		4.4		
			6 V	5.9		5.9		5.9		
		I <sub>OH</sub> = –7.5 mA	4.5 V	3.98		3.7		3.84		
		I <sub>OH</sub> = –10 mA	6 V	5.48		5.2		5.34		
V <sub>OL</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub>	I <sub>OL</sub> = 20 µA	2 V		0.1		0.1		0.1	V
			4.5 V		0.1		0.1		0.1	
			6 V		0.1		0.1		0.1	
		I <sub>OL</sub> = 4 mA	4.5 V		0.26		0.4		0.33	
		I <sub>OL</sub> = 5.2 mA	6 V		0.26		0.4		0.33	
I <sub>I</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>CC</sub> or 0		6 V		±0.1		±1		±1	µA
I <sub>CC</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>CC</sub> or 0, I <sub>O</sub> = 0		6 V		8		160		80	µA
C <sub>i</sub>					10		10		10	pF



# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511

## BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

### CD74HCT4511

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		V <sub>CC</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C			T <sub>A</sub> = -55°C TO 125°C		T <sub>A</sub> = -40°C TO 85°C		UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
V <sub>OH</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub>	I <sub>OH</sub> = -20 µA	4.5 V	4.4			4.4		4.4		V
		I <sub>OH</sub> = -4 mA		3.98			3.7		3.84		
V <sub>OL</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub>	I <sub>OL</sub> = 20 µA	4.5 V		0.1			0.1		0.1	V
		I <sub>OL</sub> = 4 mA			0.26			0.4		0.33	
I <sub>I</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>CC</sub> to GND		5.5 V		±0.1			±1		±1	µA
I <sub>CC</sub>	V <sub>I</sub> = V <sub>CC</sub> or 0, I <sub>O</sub> = 0		5.5 V		8			160		80	µA
ΔI <sub>CC</sub> †	One input at V <sub>CC</sub> - 2.1 V, Other inputs at 0 or V <sub>CC</sub>		4.5 V to 5.5 V		100	360		490		450	µA
C <sub>i</sub>					10			10		10	pF

† Additional quiescent supply current per input pin, TTL inputs high, 1 unit load. For dual-supply systems, theoretical worst-case (V<sub>I</sub> = 2.4 V, V<sub>CC</sub> = 5.5 V) specification is 1.8 mA.

HCT INPUT LOADING TABLE

INPUT	UNIT LOADS‡
$\overline{L\overline{T}}$ , $\overline{L\overline{E}}$	1.5
$\overline{B\overline{L}}$ , D <sub>n</sub>	0.3

‡ Unit load is ΔI<sub>CC</sub> limit specified in electrical characteristics table, e.g., 360 µA maximum at 25°C.

HC4511 timing requirements over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) (see Figure 1)

	V <sub>CC</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C		T <sub>A</sub> = -55°C TO 125°C		T <sub>A</sub> = -40°C TO 85°C		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
t <sub>w</sub> Pulse duration, $\overline{L\overline{E}}$ low	2 V	80		120		100		ns
	4.5 V	16		24		20		
	6 V	14		20		17		
t <sub>su</sub> Setup time, BCD inputs before $\overline{L\overline{E}}$ ↑	2 V	60		90		75		ns
	4.5 V	12		18		15		
	6 V	10		15		13		
t <sub>h</sub> Hold time, BCD inputs before $\overline{L\overline{E}}$ ↑	2 V	3		3		3		ns
	4.5 V	3		3		3		
	6 V	3		3		3		

# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## 'HC4511

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) (see Figure 1)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LOAD CAPACITANCE	V <sub>CC</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C			T <sub>A</sub> = -55°C TO 125°C		T <sub>A</sub> = -40°C TO 85°C		UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
t <sub>pd</sub>	D <sub>n</sub>	Output	C <sub>L</sub> = 50 pF	2 V			300		450		375	ns
				4.5 V			60		90		75	
				6 V			51		77		64	
			C <sub>L</sub> = 15 pF	5 V		25						
	$\overline{\text{LE}}$	Output	C <sub>L</sub> = 50 pF	2 V			270		405		340	
				4.5 V			54		81		68	
				6 V			46		69		58	
			C <sub>L</sub> = 15 pF	5 V		23						
	$\overline{\text{BL}}$	Output	C <sub>L</sub> = 50 pF	2 V			220		330		275	
				4.5 V			44		66		55	
				6 V			37		56		47	
			C <sub>L</sub> = 15 pF	5 V		18						
	$\overline{\text{LT}}$	Output	C <sub>L</sub> = 50 pF	2 V			160		240		200	
				4.5 V			32		48		40	
				6 V			27		41		34	
			C <sub>L</sub> = 15 pF	5 V		13						
t <sub>t</sub>		Any	C <sub>L</sub> = 50 pF	2 V			75		110		95	ns
				4.5 V			15		22		19	
				6 V			13		19		16	

# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## CD74HCT4511

timing requirements over recommended operating free-air temperature range  $V_{CC} = 4.5\text{ V}$  (unless otherwise noted) (see Figure 2)

		$T_A = 25^\circ\text{C}$		$T_A = -55^\circ\text{C}$ TO $125^\circ\text{C}$		$T_A = -40^\circ\text{C}$ TO $85^\circ\text{C}$		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
$t_w$	Pulse duration, $\overline{LE}$ low	16		24		20		ns
$t_{su}$	Setup time, BCD inputs before $\overline{LE}\uparrow$	16		24		20		ns
$t_h$	Hold time, BCD inputs before $\overline{LE}\uparrow$	5		5		5		ns

## CD74HCT4511

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) (see Figure 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LOAD CAPACITANCE	$V_{CC}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$			$T_A = -55^\circ\text{C}$ TO $125^\circ\text{C}$		$T_A = -40^\circ\text{C}$ TO $85^\circ\text{C}$		UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
$t_{pd}$	$D_n$	Output	$C_L = 50\text{ pF}$	4.5 V			60		90		75	ns
			$C_L = 15\text{ pF}$	5 V		25						
	$\overline{LE}$	Output	$C_L = 50\text{ pF}$	4.5 V			54		81		68	
			$C_L = 15\text{ pF}$	5 V		23						
	$\overline{BL}$	Output	$C_L = 50\text{ pF}$	4.5 V			44		66		55	
			$C_L = 15\text{ pF}$	5 V		18						
$t_t$		Any	$C_L = 50\text{ pF}$	4.5 V			33		50		41	ns
			$C_L = 15\text{ pF}$	5 V		13						
$t_t$		Any	$C_L = 50\text{ pF}$	4.5 V			15		22		19	ns

operating characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER		TYP	UNIT
$C_{pd}^\dagger$	Power dissipation capacitance	'HC4511	114
		CD74HCT4511	110

$^\dagger C_{pd}$  is used to determine the dynamic power consumption, per package.

$$P_D = C_{pd} V_{CC}^2 f_i + \sum C_L V_{CC}^2 f_o$$

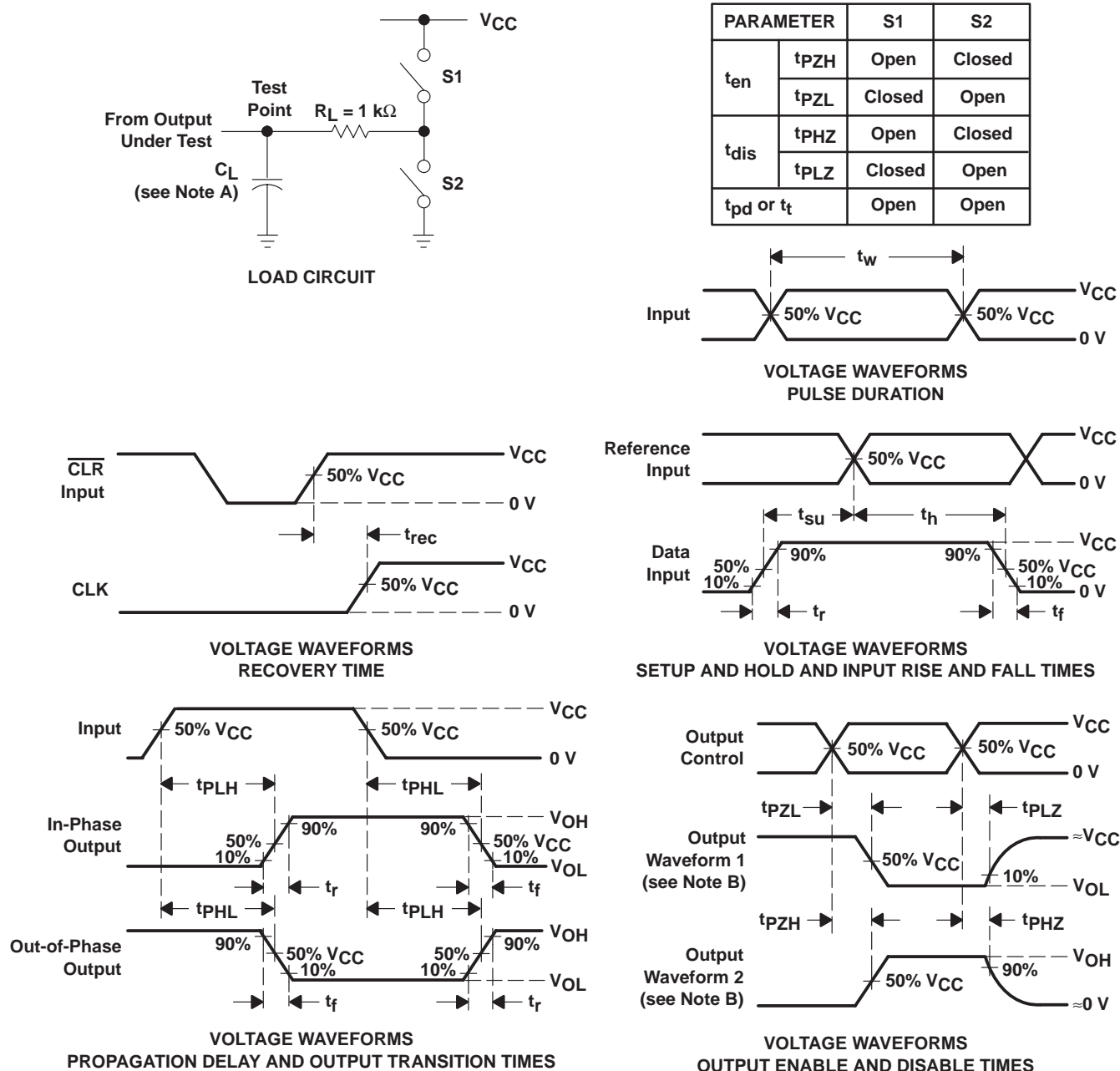
where:  $f_i$  = input frequency

$f_o$  = output frequency

$C_L$  = output load capacitance

$V_{CC}$  = supply voltage

# PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION – 'HC4511



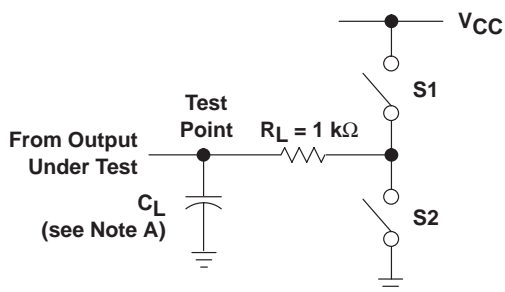
- NOTES:
- $C_L$  includes probe and test-fixture capacitance.
  - Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.
  - Phase relationships between waveforms were chosen arbitrarily. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics:  $PRR \leq 1\text{ MHz}$ ,  $Z_O = 50\ \Omega$ ,  $t_r = 6\text{ ns}$ ,  $t_f = 6\text{ ns}$ .
  - For clock inputs,  $f_{max}$  is measured with the input duty cycle at 50%.
  - The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.
  - $t_{PLZ}$  and  $t_{PHZ}$  are the same as  $t_{dis}$ .
  - $t_{PZL}$  and  $t_{PZH}$  are the same as  $t_{en}$ .
  - $t_{PLH}$  and  $t_{PHL}$  are the same as  $t_{pd}$ .

Figure 1. Load Circuit and Voltage Waveforms

# CD54HC4511, CD74HC4511, CD74HCT4511 BCD-TO-7 SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVERS

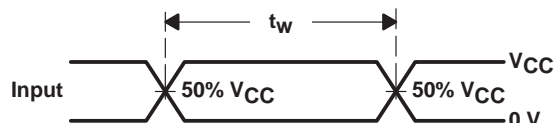
SCHS279D – DECEMBER 1998 – REVISED OCTOBER 2003

## PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION – CD74HCT4511

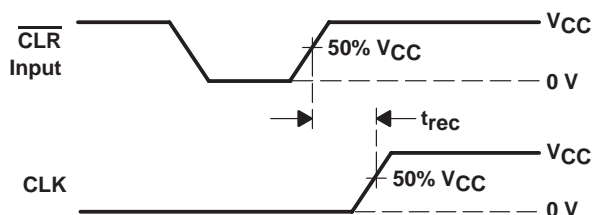


LOAD CIRCUIT

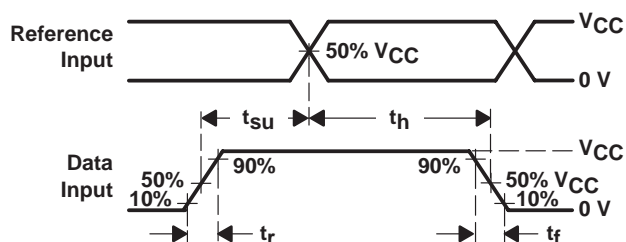
PARAMETER	S1	S2
$t_{en}$	$t_{PZH}$	Open
	$t_{PZL}$	Closed
$t_{dis}$	$t_{PHZ}$	Open
	$t_{PLZ}$	Closed
$t_{pd}$ or $t_t$	Open	Open



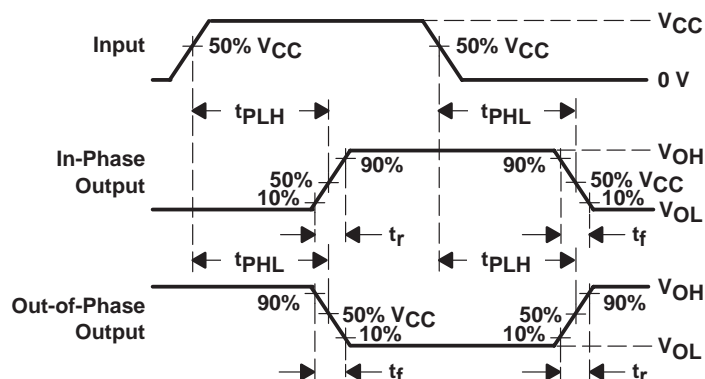
VOLTAGE WAVEFORMS  
PULSE DURATION



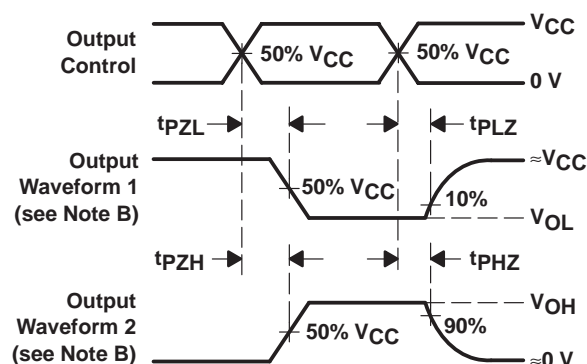
VOLTAGE WAVEFORMS  
RECOVERY TIME



VOLTAGE WAVEFORMS  
SETUP AND HOLD AND INPUT RISE AND FALL TIMES



VOLTAGE WAVEFORMS  
PROPAGATION DELAY AND OUTPUT TRANSITION TIMES



VOLTAGE WAVEFORMS  
OUTPUT ENABLE AND DISABLE TIMES

- NOTES:
- $C_L$  includes probe and test-fixture capacitance.
  - Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.
  - Phase relationships between waveforms were chosen arbitrarily. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics:  $PRR \leq 1\text{ MHz}$ ,  $Z_O = 50\ \Omega$ ,  $t_r = 6\text{ ns}$ ,  $t_f = 6\text{ ns}$ .
  - For clock inputs,  $f_{max}$  is measured with the input duty cycle at 50%.
  - The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.
  - $t_{PLZ}$  and  $t_{PHZ}$  are the same as  $t_{dis}$ .
  - $t_{PZL}$  and  $t_{PZH}$  are the same as  $t_{en}$ .
  - $t_{PLH}$  and  $t_{PHL}$  are the same as  $t_{pd}$ .

Figure 2. Load Circuit and Voltage Waveforms



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265



www.ti.com

## PACKAGE OPTION ADDENDUM

10-Jun-2014

### PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead/Ball Finish (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
5962-8773301EA	ACTIVE	CDIP	J	16	1	TBD	A42	N / A for Pkg Type	-55 to 125	5962-8773301EA CD54HC4511F3A	<a href="#">Samples</a>
CD54HC4511F3A	ACTIVE	CDIP	J	16	1	TBD	A42	N / A for Pkg Type	-55 to 125	5962-8773301EA CD54HC4511F3A	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511E	ACTIVE	PDIP	N	16	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type	-55 to 125	CD74HC4511E	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511EE4	ACTIVE	PDIP	N	16	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type	-55 to 125	CD74HC4511E	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511M	ACTIVE	SOIC	D	16	40	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511M96	ACTIVE	SOIC	D	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511M96E4	ACTIVE	SOIC	D	16	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511ME4	ACTIVE	SOIC	D	16	40	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511MG4	ACTIVE	SOIC	D	16	40	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511MT	ACTIVE	SOIC	D	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HC4511M	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWR	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWRE4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWRG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWT	ACTIVE	TSSOP	PW	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWTE4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HC4511PWTG4	ACTIVE	TSSOP	PW	16	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-55 to 125	HJ4511	<a href="#">Samples</a>
CD74HCT4511E	ACTIVE	PDIP	N	16	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type	-55 to 125	CD74HCT4511E	<a href="#">Samples</a>





www.ti.com

## PACKAGE OPTION ADDENDUM

10-Jun-2014

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead/Ball Finish (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
CD74HCT4511EE4	ACTIVE	PDIP	N	16	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type	-55 to 125	CD74HCT4511E	<a href="#">Samples</a>

(1) The marketing status values are defined as follows:

**ACTIVE:** Product device recommended for new designs.

**LIFEBUY:** TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

**NRND:** Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

**PREVIEW:** Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

**OBSELETE:** TI has discontinued the production of the device.

(2) Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

**TBD:** The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

**Pb-Free (RoHS):** TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

**Pb-Free (RoHS Exempt):** This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

**Green (RoHS & no Sb/Br):** TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead/Ball Finish - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead/Ball Finish values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF CD54HC4511, CD74HC4511 :**



www.ti.com

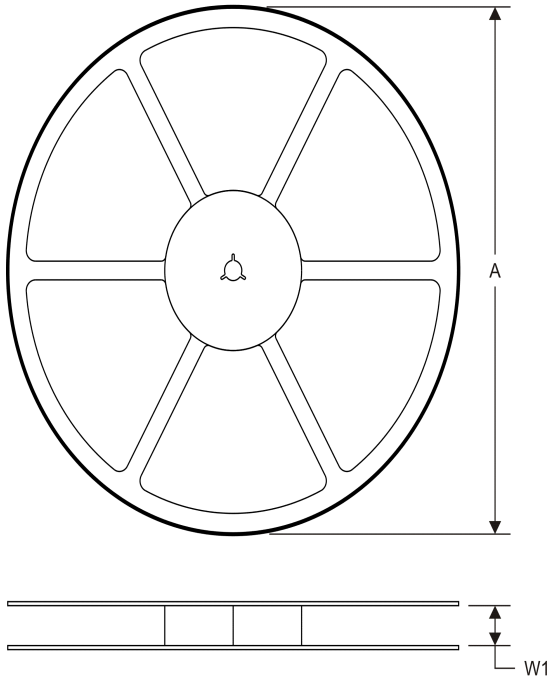
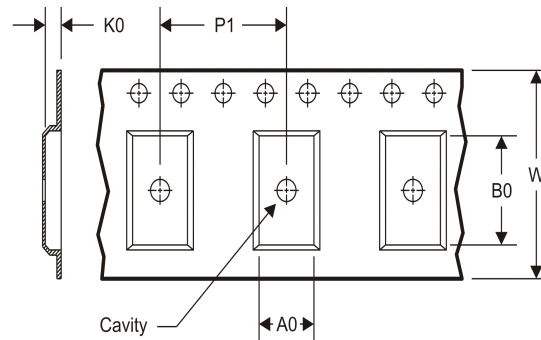
## PACKAGE OPTION ADDENDUM

10-Jun-2014

- 
- Catalog: [CD74HC4511](#)
  - Military: [CD54HC4511](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product
- Military - QML certified for Military and Defense Applications

**TAPE AND REEL INFORMATION**
**REEL DIMENSIONS**

**TAPE DIMENSIONS**


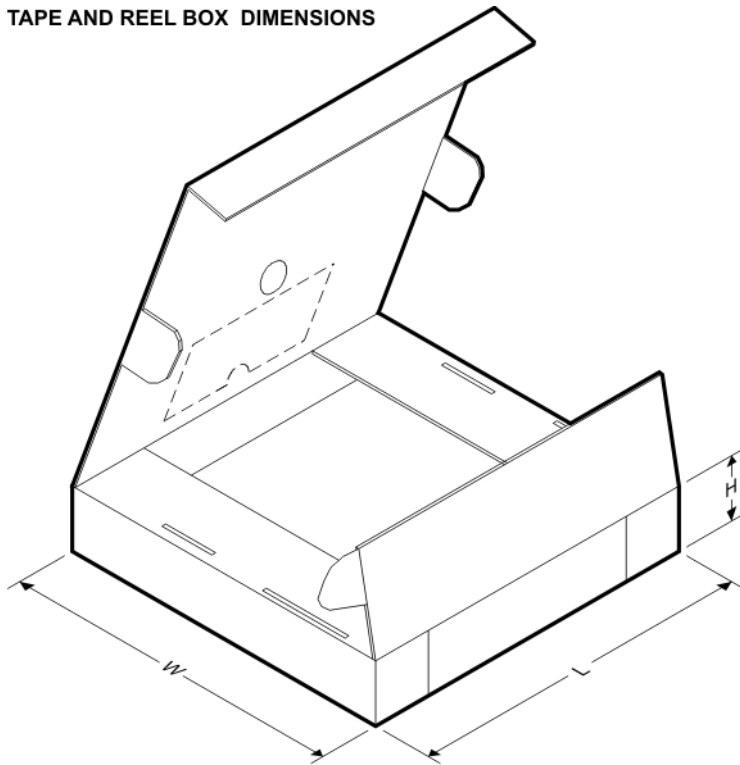
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

**TAPE AND REEL INFORMATION**

\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
CD74HC4511M96	SOIC	D	16	2500	330.0	16.4	6.5	10.3	2.1	8.0	16.0	Q1
CD74HC4511PWR	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
CD74HC4511PWT	TSSOP	PW	16	250	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



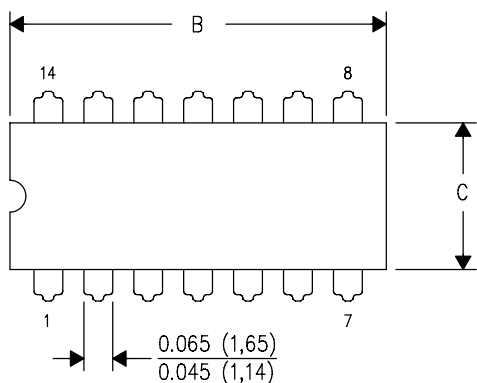
\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
CD74HC4511M96	SOIC	D	16	2500	333.2	345.9	28.6
CD74HC4511PWR	TSSOP	PW	16	2000	367.0	367.0	35.0
CD74HC4511PWT	TSSOP	PW	16	250	367.0	367.0	35.0

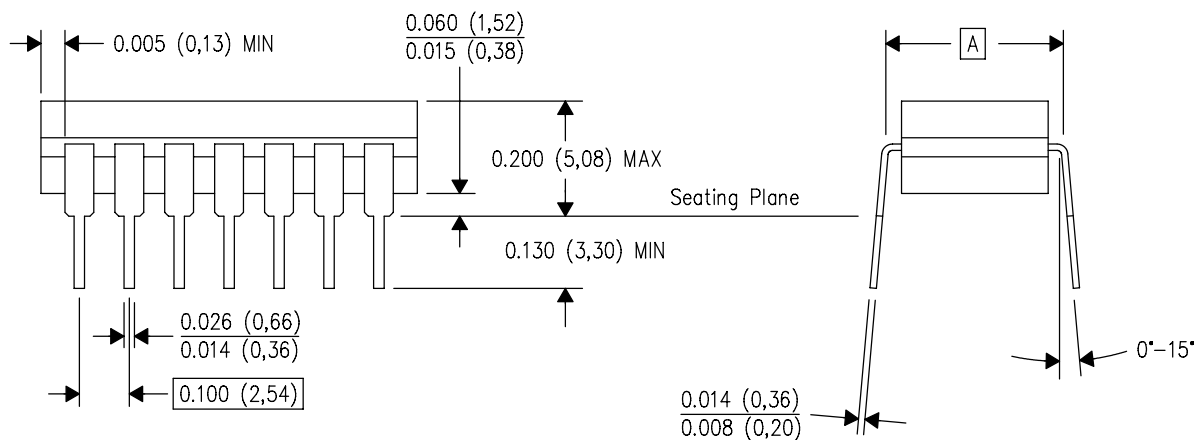
J (R-GDIP-T\*\*)

14 LEADS SHOWN

# CERAMIC DUAL IN-LINE PACKAGE



PINS ** DIM	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)



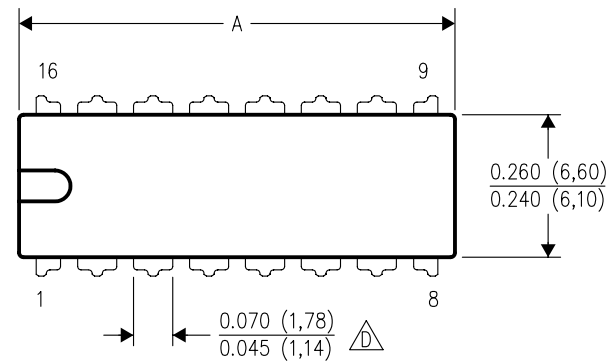
4040083/F 03/03

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
  - D. Index point is provided on cap for terminal identification only on press ceramic glass frit seal only.
  - E. Falls within MIL STD 1835 GDIP1-T14, GDIP1-T16, GDIP1-T18 and GDIP1-T20.

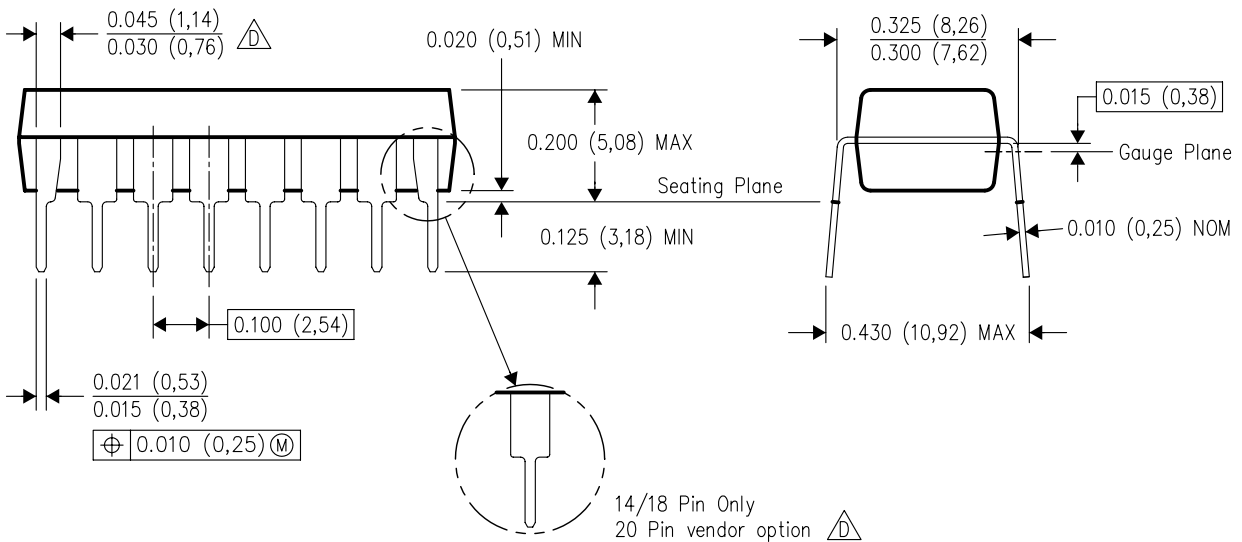
N (R-PDIP-T\*\*)

16 PINS SHOWN

# PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE





DIM \ PINS **	14	16	18	20
A MAX	0.775 (19,69)	0.775 (19,69)	0.920 (23,37)	1.060 (26,92)
A MIN	0.745 (18,92)	0.745 (18,92)	0.850 (21,59)	0.940 (23,88)
MS-001 VARIATION	AA	BB	AC	AD



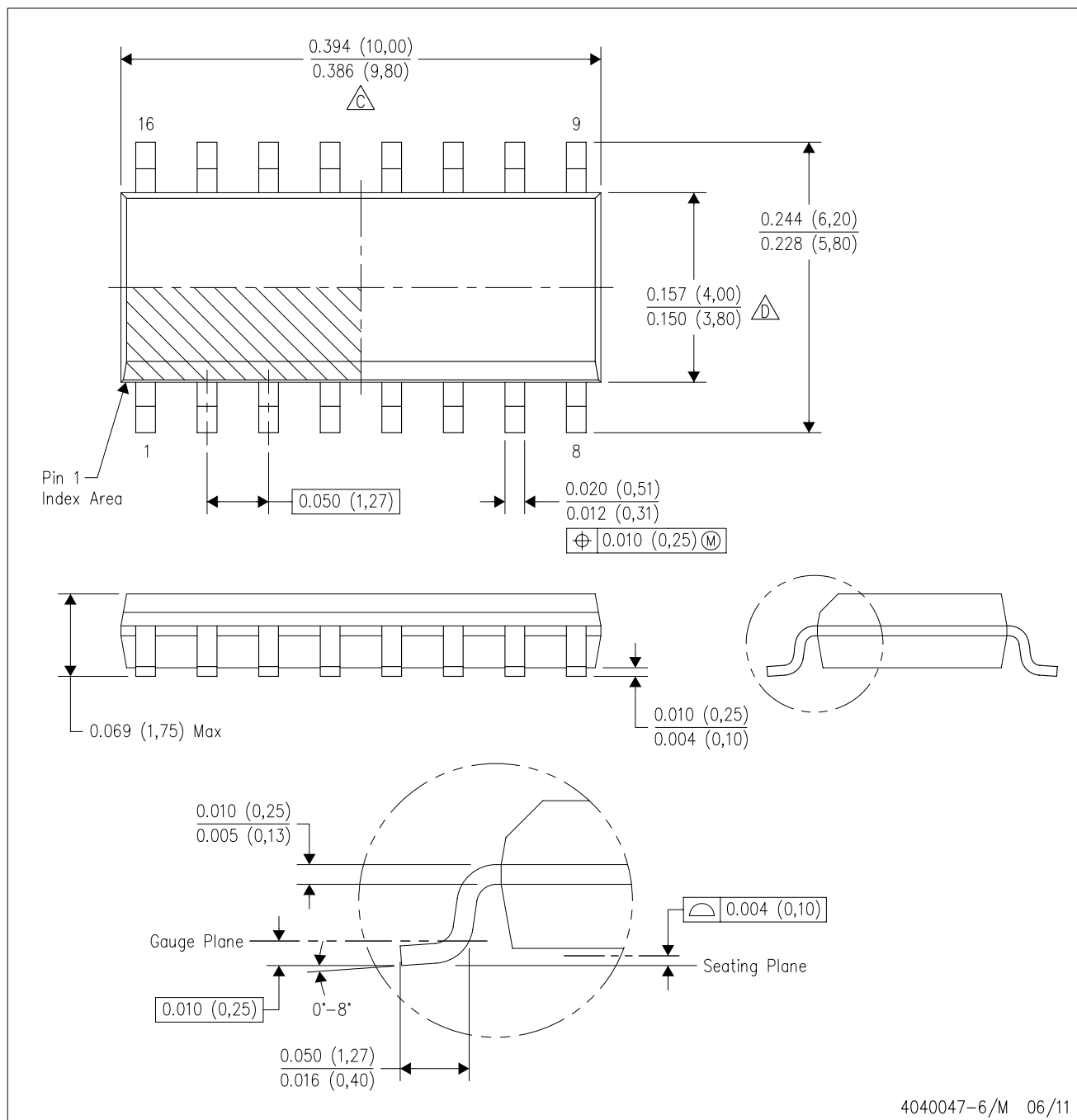
4040049/E 12/2002

NOTES:

- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).  
B. This drawing is subject to change without notice.
-  Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).  
 The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

D (R-PDSO-G16)

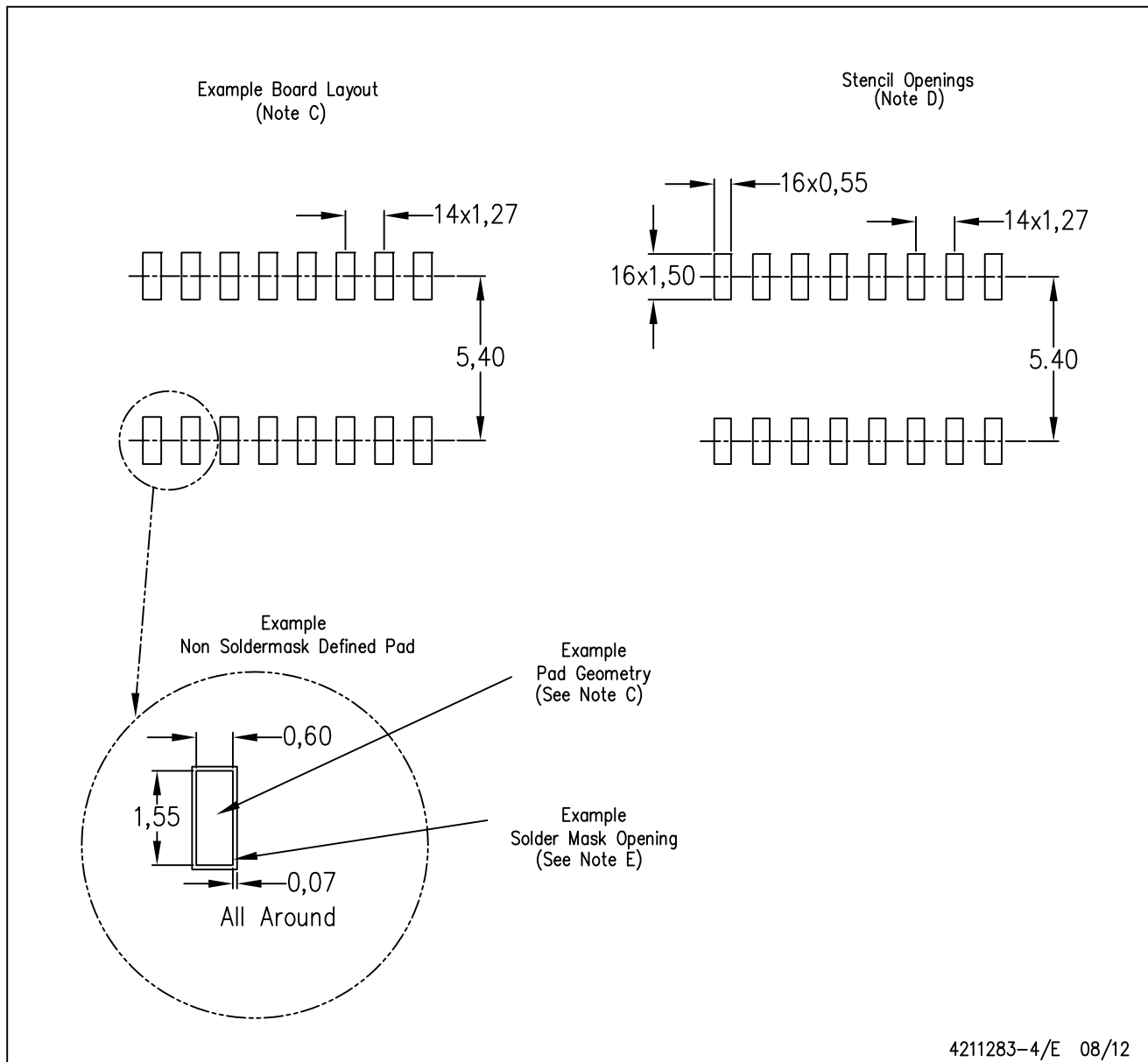
PLASTIC SMALL OUTLINE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Body length does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.006 (0,15) each side.
  - D. Body width does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.017 (0,43) each side.
  - E. Reference JEDEC MS-012 variation AC.

D (R-PDSO-G16)

PLASTIC SMALL OUTLINE

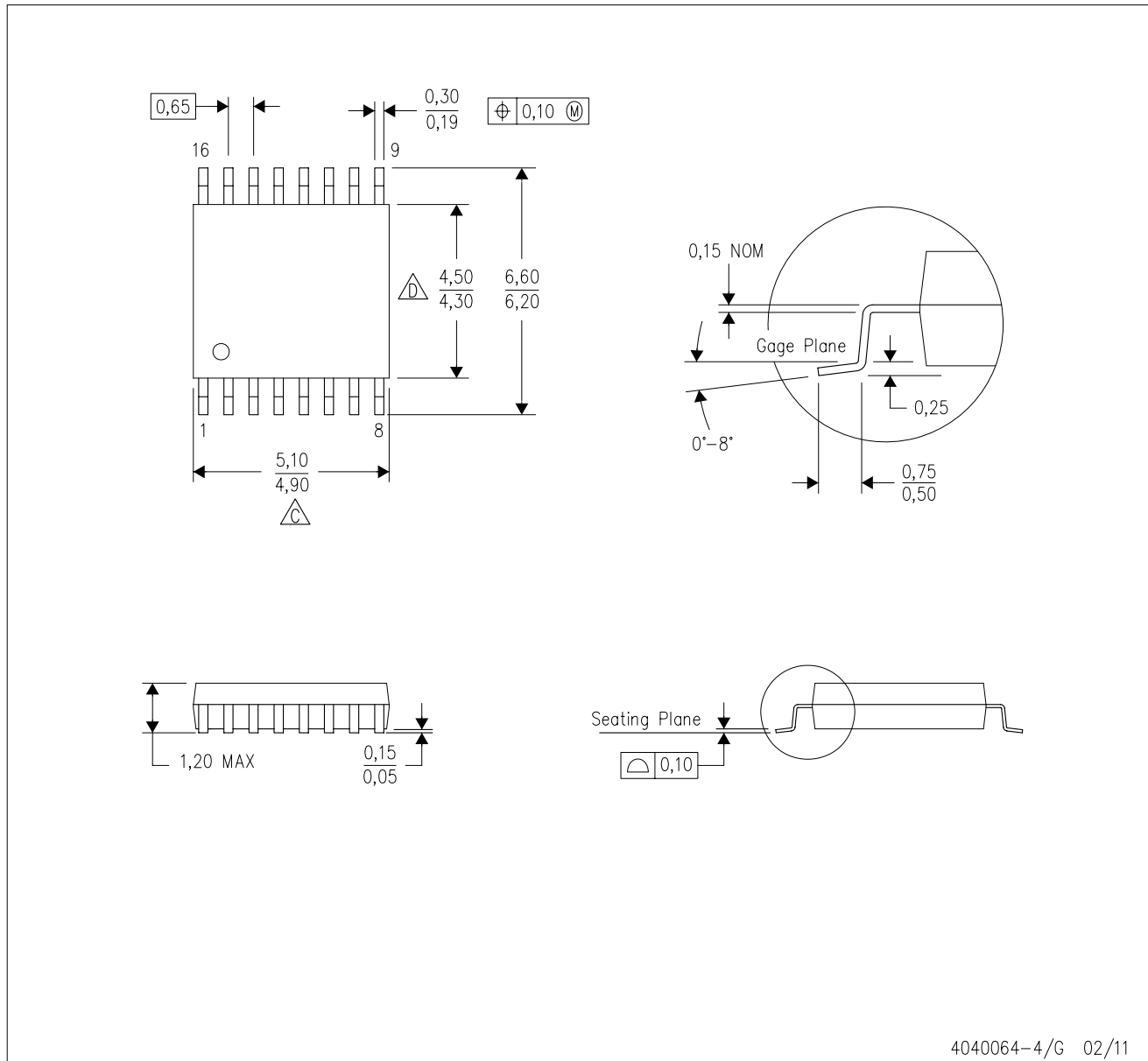


- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Publication IPC-7351 is recommended for alternate designs.
  - D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC-7525 for other stencil recommendations.
  - E. Customers should contact their board fabrication site for solder mask tolerances between and around signal pads.



PW (R-PDSO-G16)

PLASTIC SMALL OUTLINE

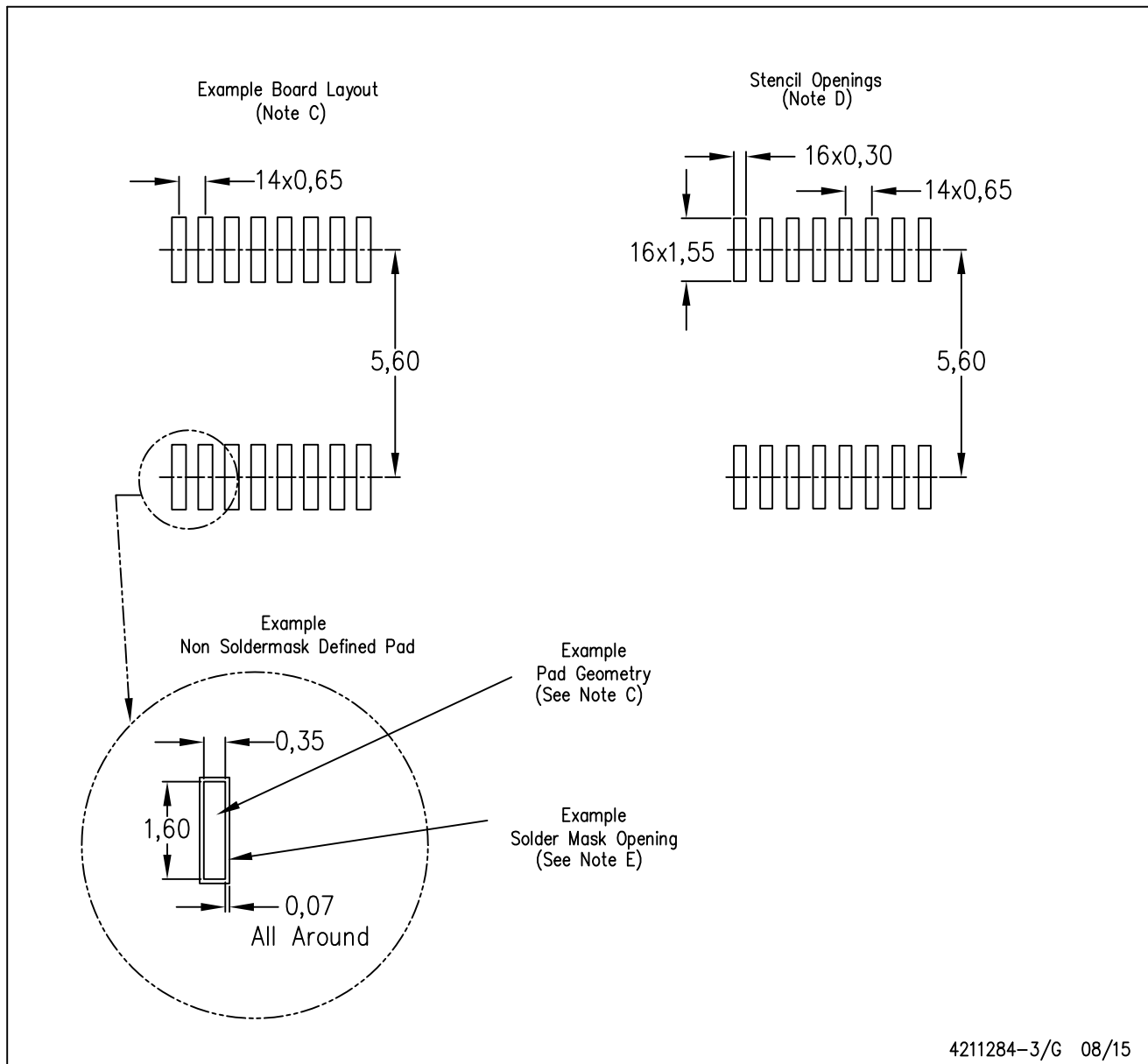


4040064-4/G 02/11

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Body length does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0,15 each side.
  - D. Body width does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0,25 each side.
  - E. Falls within JEDEC MO-153

PW (R-PDSO-G16)

PLASTIC SMALL OUTLINE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Publication IPC-7351 is recommended for alternate designs.
  - D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC-7525 for other stencil recommendations.
  - E. Customers should contact their board fabrication site for solder mask tolerances between and around signal pads.

## IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, enhancements, improvements and other changes to its semiconductor products and services per JESD46, latest issue, and to discontinue any product or service per JESD48, latest issue. Buyers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All semiconductor products (also referred to herein as "components") are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its components to the specifications applicable at the time of sale, in accordance with the warranty in TI's terms and conditions of sale of semiconductor products. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by applicable law, testing of all parameters of each component is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or the design of Buyers' products. Buyers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with Buyers' products and applications, Buyers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI components or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of significant portions of TI information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. TI is not responsible or liable for such altered documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions.

Resale of TI components or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that component or service voids all express and any implied warranties for the associated TI component or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Buyer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products, and any use of TI components in its applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by TI. Buyer represents and agrees that it has all the necessary expertise to create and implement safeguards which anticipate dangerous consequences of failures, monitor failures and their consequences, lessen the likelihood of failures that might cause harm and take appropriate remedial actions. Buyer will fully indemnify TI and its representatives against any damages arising out of the use of any TI components in safety-critical applications.

In some cases, TI components may be promoted specifically to facilitate safety-related applications. With such components, TI's goal is to help enable customers to design and create their own end-product solutions that meet applicable functional safety standards and requirements. Nonetheless, such components are subject to these terms.

No TI components are authorized for use in FDA Class III (or similar life-critical medical equipment) unless authorized officers of the parties have executed a special agreement specifically governing such use.

Only those TI components which TI has specifically designated as military grade or "enhanced plastic" are designed and intended for use in military/aerospace applications or environments. Buyer acknowledges and agrees that any military or aerospace use of TI components which have **not** been so designated is solely at the Buyer's risk, and that Buyer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

TI has specifically designated certain components as meeting ISO/TS16949 requirements, mainly for automotive use. In any case of use of non-designated products, TI will not be responsible for any failure to meet ISO/TS16949.

### Products

Audio	<a href="http://www.ti.com/audio">www.ti.com/audio</a>
Amplifiers	<a href="http://amplifier.ti.com">amplifier.ti.com</a>
Data Converters	<a href="http://dataconverter.ti.com">dataconverter.ti.com</a>
DLP® Products	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>
DSP	<a href="http://dsp.ti.com">dsp.ti.com</a>
Clocks and Timers	<a href="http://www.ti.com/clocks">www.ti.com/clocks</a>
Interface	<a href="http://interface.ti.com">interface.ti.com</a>
Logic	<a href="http://logic.ti.com">logic.ti.com</a>
Power Mgmt	<a href="http://power.ti.com">power.ti.com</a>
Microcontrollers	<a href="http://microcontroller.ti.com">microcontroller.ti.com</a>
RFID	<a href="http://www.ti-rfid.com">www.ti-rfid.com</a>
OMAP Applications Processors	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>
Wireless Connectivity	<a href="http://www.ti.com/wirelessconnectivity">www.ti.com/wirelessconnectivity</a>

### Applications

Automotive and Transportation	<a href="http://www.ti.com/automotive">www.ti.com/automotive</a>
Communications and Telecom	<a href="http://www.ti.com/communications">www.ti.com/communications</a>
Computers and Peripherals	<a href="http://www.ti.com/computers">www.ti.com/computers</a>
Consumer Electronics	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
Energy and Lighting	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
Industrial	<a href="http://www.ti.com/industrial">www.ti.com/industrial</a>
Medical	<a href="http://www.ti.com/medical">www.ti.com/medical</a>
Security	<a href="http://www.ti.com/security">www.ti.com/security</a>
Space, Avionics and Defense	<a href="http://www.ti.com/space-avionics-defense">www.ti.com/space-avionics-defense</a>
Video and Imaging	<a href="http://www.ti.com/video">www.ti.com/video</a>

### TI E2E Community

[e2e.ti.com](http://e2e.ti.com)

### Apéndice 3: Hoja de datos LED Naranja

# LED

## Orange, 5mm



### Features:

- Built-in IC chip, flashes lamp on and off to attract attention
- Operating voltage range : 3V to 10V DC
- 1/4 duty cycle
- Blinking frequency : 2.4Hz ( $V_{dd} = 5V$ )
- Frequency tolerance : 20%

### Specifications:

Dice material	: GaAsP on GaP
Emitted colour	: Orange Red
Lens colour	: Orange Diffused
Peak wavelength	: 635nm
Viewing angle	: 45°
Luminous intensity (IV)	: 9.8mcd

### Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Parameter	Maximum	Unit
Continuous Forward Current	30	mA
Derating Linear From 50°C	0.4	mA/°C
Reverse Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-40°C to +80°C	
Storage Temperature Range		
Lead Soldering Temperature [4mm (0.157 inch) from body]	260°C for 5 Seconds	

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

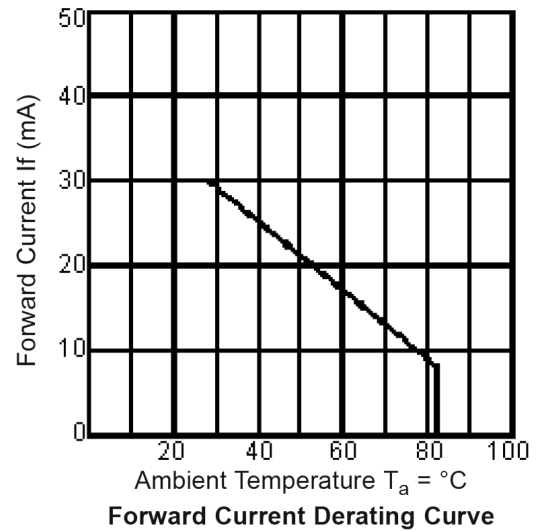
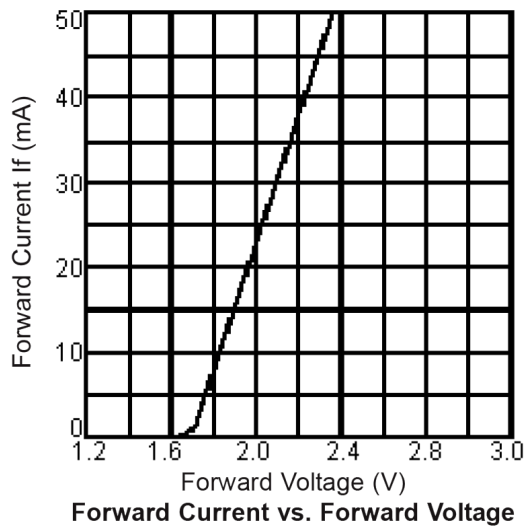
Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test
Luminous Intensity	$I_v$	-	9.8	-	mcd	$I_f = 20\text{mA}$
Peak Emission Wavelength	$\lambda_P$	-	635	-	nm	Measurement at Peak
Dominant Wavelength	$\lambda_D$	-	625	-		$I_f = 20\text{mA}$
Operating Voltage	$V_{dd}$	3	5	10	V	-
Blinking Frequency	$F_{blk}$	2	2.4	2.8	Hz	-
Reverse Current	$I_R$	-	-	100	$\mu\text{A}$	$V_R = 5V$

# LED

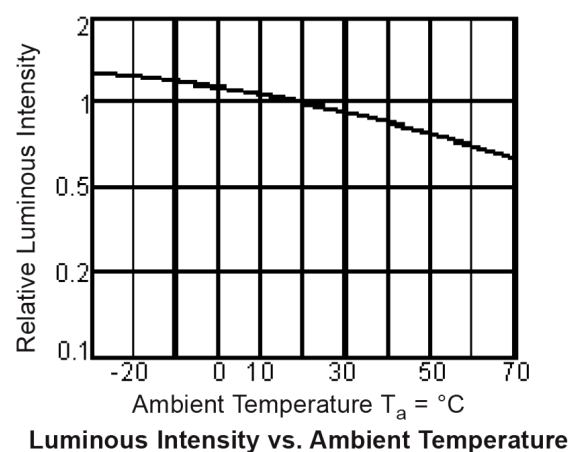
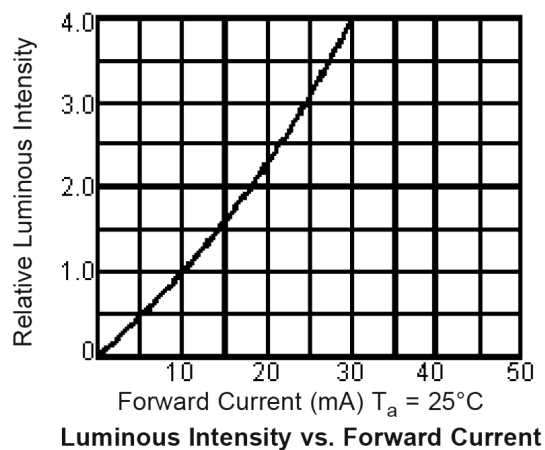
## Orange, 5mm



Orange (GaAsP/CaP  $\lambda_P = 635\text{nm}$ )

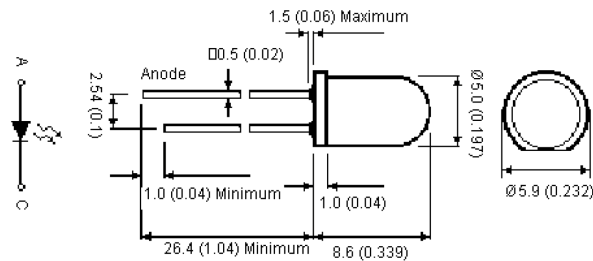
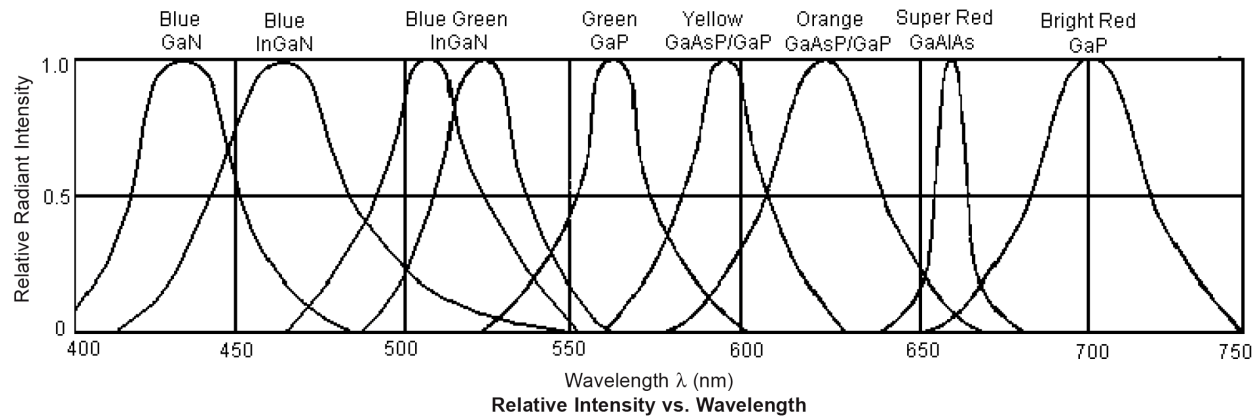


Orange (GaAsP/CaP  $\lambda_P = 635\text{nm}$ )



# LED

## Orange, 5mm



Dimensions : Millimetres (Inches)

### Part Number Table

Description	Part Number
LED, Flashing, 5mm, Orange	MCLF056AD

**Important Notice :** This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the Information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the Information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

## Apéndice 4: Hoja de datos LED Verde



# LED

## Yellow / Green, 5mm



### Specifications:

Dice material	: GaAsP on GaP/GaP
Emitted colour	: Yellow / Green
Lens colour	: White Diffused
Peak wavelength	: 587/568nm
Viewing angle	: 45°
Luminous intensity (IV)	: 15/14mcd

### Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Reverse Voltage	5V
Reverse Current	10 $\mu$ A ( $V_R = 5V$ )
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C
Lead Soldering Temperature Range 1.6mm (1/16 inch) from body	260°C for 5 Seconds

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

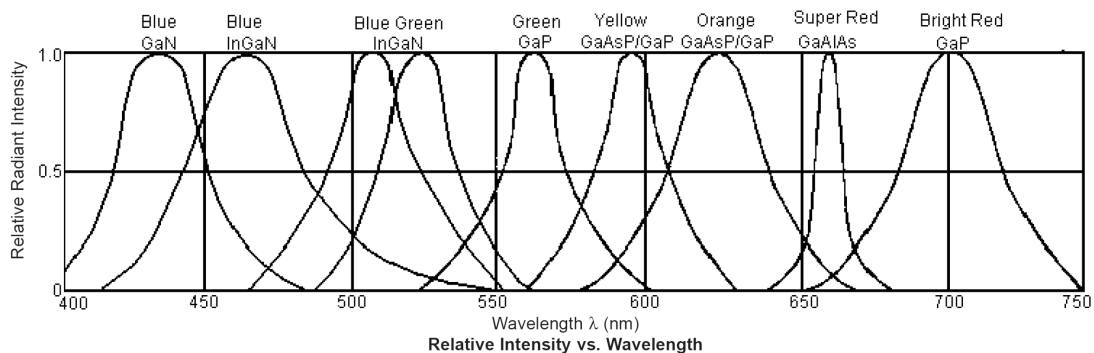
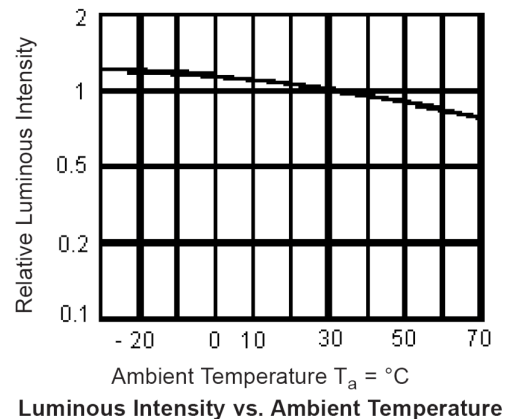
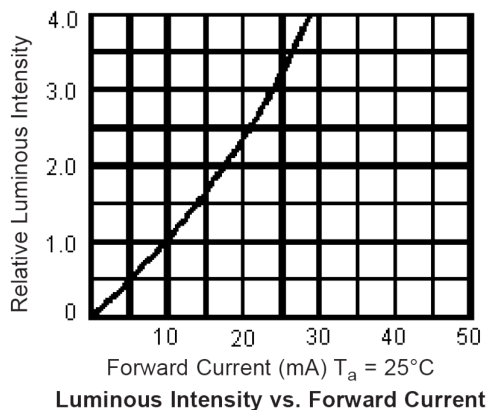
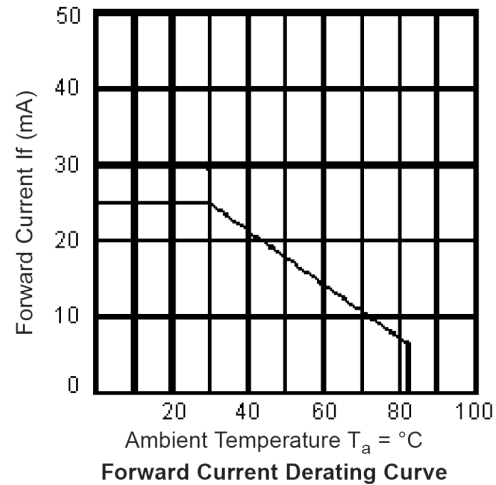
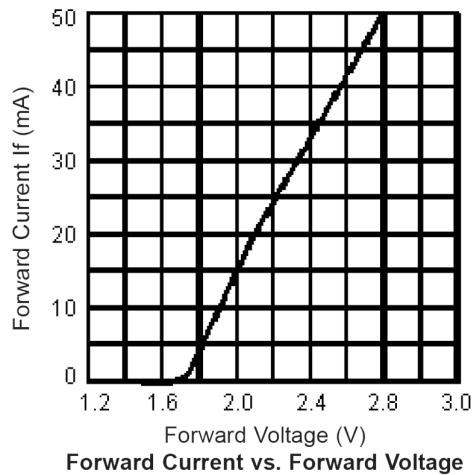
Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test
Luminous Intensity	IV	7/7	15/14	23/22	mcd	IF = 20mA
Viewing Angle	2 $\theta$ 1/2	-	45	-	degrees	
Peak Emission Wavelength	$\lambda_P$	-	587/568	-	nm	-
Dominant Wavelength	$\lambda_D$	-	590/570	-		-
Spectral Line Half-Width	$\Delta\lambda$	-	35/30	-		-
Forward Voltage	V <sub>F</sub>	1.7/1.7	2.1/2.1	2.6/2.6	V	IF = 20mA
Power Dissipation	P <sub>d</sub>	-	-	85	-	-
Peak Forward Current (Duty 1/10 at 1KHz)	IF (Peak)	-	-	100	-	-
Recommended Operating Current	IF (Rec)	-	20	-	mA	-

# LED

## Yellow / Green, 5mm



Orange (GaAsP/CaP  $\lambda_P = 635\text{nm}$ )

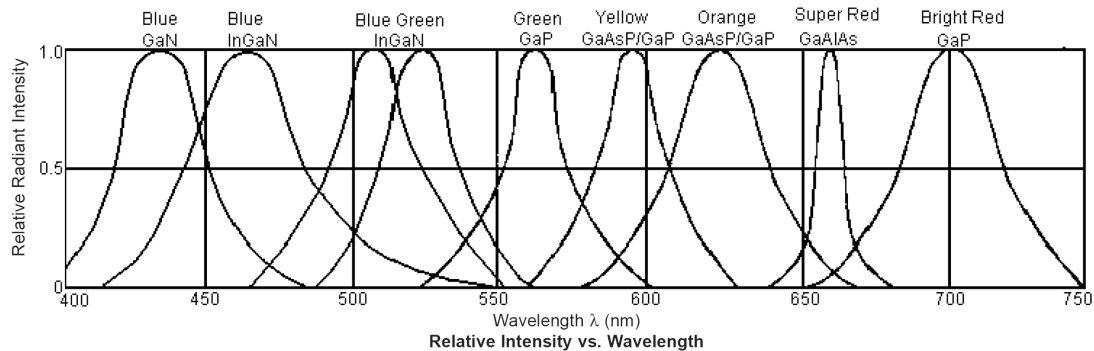
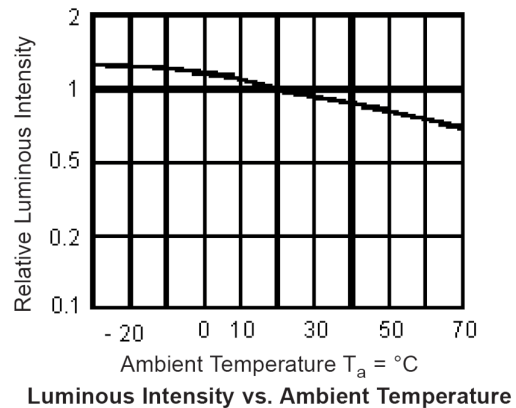
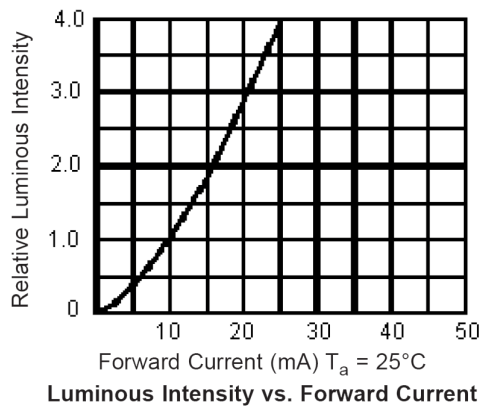
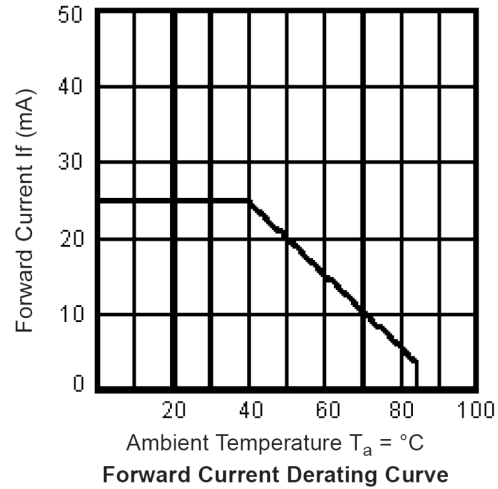
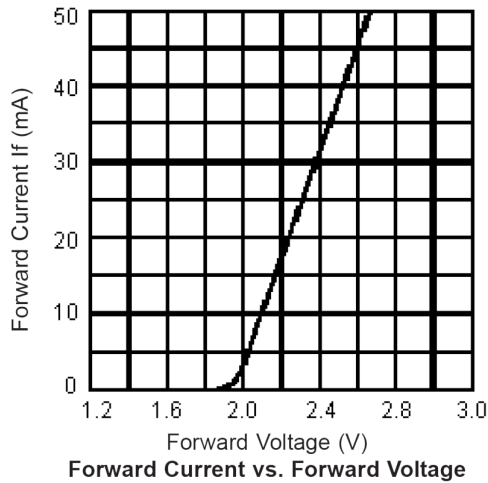


# LED

## Yellow / Green, 5mm

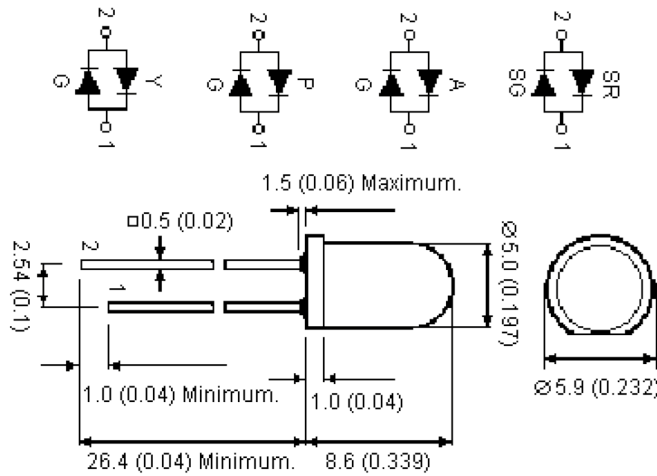


Green (GaP  $\lambda_P = 568\text{nm}$ )



# LED

## Yellow / Green, 5mm



Dimensions : Millimetres (Inches)

### Part Number Table

Description	Part Number
LED, 5mm, AC, Yellow / Green	MCL056YGW

**Important Notice :** This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the Information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the Information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

www.element14.com  
www.farnell.com  
www.newark.com

