

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
CATEDRA DE ELECTRÓNICA DIGITAL II

TRABAJO PRÁCTICO FINAL

**“AUTOMATIZADOR DE APERTURA DE VENTANA
ORIENTADO A MASCOTAS”**

Grupo N° 11

Alumnos:

Saillen, Simón

Benitez, Joaquin

Profesor:

Ing. Vrech, Rubén

Comisión: Miércoles 10hs

06/23

Consigna

Nuestro objetivo principal es realizar un dispositivo que, al acercarse una mascota, detecte (por medio de un sensor) y realice todo lo necesario para abrir una ventana para que esta pueda salir, por otra parte haremos uso de 2 display 7 segmentos para mostrar una cuenta regresiva hasta que la ventana se cierre, un teclado para ingresar el tiempo total que se desea que la ventana esté abierta y, por último, el circuito guarda la hora actual de cada vez que la mascota sale y la muestra mediante el módulo EUSART.

Haciendo uso de los módulos ADC, Timer0 y Comunicación Serie Asíncrona (EUSART) debemos diseñar el código y el circuito físico necesario para su funcionamiento, incluyendo el multiplexado de los Display y el polling del Teclado Matricial.

Desarrollo

1. Configuración

Primero configuramos todo lo necesario para que el PIC funcione correctamente, configuramos los puertos, inicializamos las interrupciones, también las interrupciones periféricas, configuramos la carga y el prescaler del Timer0, también la configuración necesaria para el ADC, la configuración de Conexión Serie, inicializamos las variables que definimos y finalmente activamos las interrupciones globales.

Pero debido a que es bastante código, no podremos mostrarlo en este informe.

2. Interrupciones

En nuestro trabajo contamos con 5 tipos distintos de interrupciones, siendo estas, ADC, Timer0, Cambio de estado de PuertoB, INT externa y Transmisión Serie. Las que más se repetirán son las primeras 3, mientras que la última sólo ocurrirá cuando se apriete un pulsador en RB0 (INT).

Al tener tantos tipos de interrupciones nos vimos en la necesidad de guardar el contexto (W y STATUS) debido a que causaba problemas con la subrutina principal.

```
Interrupcion
;GUARDO CONTEXTO
MOVWF W_TEMP
SWAPF STATUS,0
MOVWF STATUS_TEMP

BTFSC INTCON,2
GOTO Timer
BTFSC INTCON,1
GOTO Pulsador
BTFSC INTCON,0
GOTO Teclado
BTFSC PIR1,6
GOTO Conversor
GOTO Transmision
```

Imagen 1: Subrutina principal de Interrupciones (Fuente: MPLAB X IDE)

3. Timer0

El módulo de Timer0 es, en nuestro caso, el módulo más importante del código, debido a que hace la mayor cantidad de acciones.

Siendo estas:

- Cuenta los Segundos, Minutos y Horas que pasan (Importante para Transmisión Serie).
- Cada 1 segundo setea el bit GO/DONE del registro ADCON0, este se encarga de iniciar la conversión de la señal analógica que recibe el PIC (en caso de que se haya abierto la ventana, no empezará otra conversión hasta que se haya cerrado).
- Si en la conversión se detectó que “hay una mascota queriendo salir”, entonces se incrementa un registro llamado Flag (si bien esto ocurre en el módulo ADC tiene influencia en este módulo), si dicha flag se encuentra “activada” entonces el Timer0, decrementará la variable *TiempoA* (esta se encarga de mostrar en los display el tiempo restante a cerrar la ventana).
- Si la variable *TiempoA* es cero, hace un llamado a la subrutina Cerrar.
- Cada 1 segundo, decodifica el valor de *TiempoA* (usando una tabla hexadecimal), y al valor lo guarda en la variable *Decenas* y en *Unidades* (estas luego en la subrutina principal serán decodificadas mediante otra tabla).
- Finalmente va a la subrutina Reseteo, donde se carga el valor inicial del timer (calculado) y luego va hacia Limpiar (donde se recupera el contexto y se limpia la flag).

El código resultante termina siendo bastante largo, por lo que las imágenes estarán cortadas:

```
Timer
    DECFSZ Contador,1      ;20 veces 50ms es 1[s]
    GOTO Reseteo

    BTFSS Flag,0           ;Prende el ADC cada 1 seg
    BSF ADCON0,1

    BTFSC Flag,0
    DECF TiempoA,1
```

Imagen 2: Subrutina Timer [1/3] (Fuente: MPLAB X IDE)

```

; -- SUBROUTINA DE DECODIFICACION 7 SEG --
MOVF TiempoA,0
CALL TablaHexadecimal
MOVWF Decenas
SWAPF Decenas,1
MOVWF Unidades
MOVLW b'00001111'
ANDWF Unidades,1
ANDWF Decenas,1

MOVF TiempoA,1      ;(Para modificar el valor de Status)
BTFSF STATUS,2      ;Z
CALL Cerrar

```

Imagen 3: Subrutina Timer [2/3] (Fuente: MPLAB X IDE)

```

; -- SUBROUTINA DE TIEMPO --
MOVLW .20
MOVWF Contador      ;Reseteo el valor de Contador

INCF SEG,1          ;Incremento 1 segundo
MOVF SEG,0          ;Verifico si ya pasaron 60 segundos
SUBLW .60           ;60 seg
BTFSF STATUS,2      ;Z
GOTO Reseteo        ;Si no pasaron entonces retorno

CLRF SEG            ;Seteo SEG en 0
INCF MIN,1          ;Incremento 1 minuto
MOVF MIN,0          ;Verifico si ya pasaron 60 minutos
SUBLW .60           ;60 min
BTFSF STATUS,2      ;Z
GOTO Reseteo        ;Si no pasaron entonces retorno

CLRF MIN            ;Seteo MIN en 0
INCF HORA,1         ;Incremento 1 hora
MOVF HORA,0         ;Verifico si ya pasaron 24 horas
SUBLW .24           ;24 horas
BTFSF STATUS,2      ;Z
GOTO Reseteo        ;Si no pasaron entonces retorno
CLRF HORA           ;Si pasaron limpio Hora

GOTO Reseteo        ;Retorno de la Interrupcion

```

Imagen 4: Subrutina Timer [3/3] (Fuente: MPLAB X IDE)

4. Conversor A/D

En nuestro caso, como nuestro trabajo solo requiere de ver si hay o no alguna mascota en el sensor, optamos por verificar si la señal analogica supera o no los 2.5 [V], por lo tanto, al tener un conversor de resolución de 10 bits, si el bit 9 tiene el valor de 1, significa que la señal analogica es igual o mayor que 2.5 [V], por lo tanto el código de la subrutina de interrupción verifica el valor digital convertido, si este supera los 2.5 [V] entonces llama a la subrutina *Abrir* y luego limpia la flag correspondiente y va hacia la subrutina *Limpiar* (no retorna directamente de la interrupción debido a que hay que recuperar el contexto).

```
Conversor
    BTFSC ADRESH,1      ;si supera los 2.5[V] entonces abre
    CALL Abrir

    BANKSEL PIR1
    BCF PIR1,6
    GOTO Limpiar
```

Imagen 5: Subrutina de Conversor (Fuente: MPLAB X IDE)

5. Teclado

Nuestro circuito cuenta con un teclado matricial para ingresar parámetros, en nuestro caso nuestro código verifica 2 filas y 3 columnas, por lo que tenemos 6 parámetros que se pueden ingresar. Cada número representa el tiempo que se quedará abierta la ventana, el 1 diez segundos, el 2 veinte y así hasta el 6 que representa 1 minuto. Esto lo logramos guardando en la variable *TiempoA* (mencionada anteriormente) mediante 6 subrutinas posibles.

```
MODO1      ;Tiempo de Apertura 10 seg
    MOVLW .10
    MOVWF TiempoA
    MOVWF AUX
    RETURN
```

Imagen 6: Ejemplo de carga de Parámetro (Fuente: MPLAB X IDE)
(Hay 6 subrutinas MODO, cada una con un valor distinto de *TiempoA*)

```

Teclado
BSF PORTB,1
BSF PORTB,2      ;Dejo en 0 la columna 1

BTFSS PORTB,7    ;Verifico si apretó el "1"
CALL MODO1
BTFSS PORTB,6    ;Verifico si apretó el "4"
CALL MODO4

BSF PORTB,3
BCF PORTB,2      ;Dejo en 0 la columna 2

BTFSS PORTB,7    ;Verifico si apretó el "2"
CALL MODO2
BTFSS PORTB,6    ;Verifico si apretó el "5"
CALL MODO5

BSF PORTB,2
BCF PORTB,1      ;Dejo en 0 la columna 3

BTFSS PORTB,7    ;Verifico si apreto el "3"
CALL MODO3
BTFSS PORTB,6    ;Verifico si apretó el "6"
CALL MODO6

BCF PORTB,3
BCF PORTB,2
BCF PORTB,1      ;Reseteo las columnas

GOTO Limpiar

```

Imagen 7: Subrutina Teclado (Fuente: MPLAB X IDE)

6. Abrir / Cerrar

Las subrutinas *Abrir* y *Cerrar* fueron creadas con el propósito de delegar las tareas de los distintos módulos. *Abrir* se encarga de incrementar la variable *Flag* (esta se usa para indicar que la ventana está abierta), guardar mediante direccionamiento indirecto los datos de Hora/Min/Seg en una tabla (se configuró antes y empieza en la ubicación A0 del banco 1), y de setear la polaridad del Motor DC (horario) manteniendo el motor prendido un tiempo t que lo hace al llamar a la subrutina de bucles anidados para generar aproximadamente 5 segundos de prendido del motor, luego apaga el motor. Cerrar, por otro lado, setea la polaridad del motor al revés, llama a la subrutina de bucles y apaga el motor.

Abrir

```
INCF Flag,1
BCF PORTC,5
BSF PORTC,4      ;Polaridad Horario

CALL Bucle0
BCF PORTC,4

;Guardo HH/MM/SS en la Tabla
MOVF HORA,0
MOVWF INDF
INCF Elementos,1
INCF FSR,1

MOVF MIN,0
MOVWF INDF
INCF Elementos,1
INCF FSR,1

MOVF SEG,0
MOVWF INDF
INCF Elementos,1
INCF FSR,1

RETURN
```

Cerrar

```
INCF Flag,1
BCF PORTC,4
BSF PORTC,5      ;Polaridad Antihorario

CALL Bucle0
BCF PORTC,5

MOVF AUX,0
MOVWF TiempoA    ;Reseteo el valor de TiempoA

RETURN
```

Imágenes 7 y 8: Subrutinas Abrir y Cerrar (Fuente: MPLAB X IDE)

7. Pulsador y Transmisión Serie

Nuestro código realiza un seguimiento constante de la hora, y cada vez que se abre la ventana guarda los datos en una Tabla mediante direccionamiento indirecto.

Por lo tanto usamos la interrupción de Pulsador solo para activar la Interrupción de Transmisión y para mover FSR al principio de la tabla.

Para lograrlo elegimos el valor de Baudios de 9600, por lo que tuvimos que configurar previamente los registros SPBRG, TXSTA y RCSTA.

Para empezar la transmisión, en la subrutina *Pulsador* se habilita la interrupción mediante el registro PIE1, luego se setea el valor inicial de la tabla (A0) en el registro FSR (esto es debido a que a la hora de escribir la tabla el valor se mueve), como dice el datasheet del PIC, al tener las interrupciones habilitadas pero ningún dato cargado se setea la flag de transmisión inmediatamente, luego en la subrutina *Transmisión* incrementamos FSR mientras haya elementos que mandar, al acabarse los elementos a enviar se deshabilita la interrupción y se termina la transmisión.

```
Transmision
    MOVF INDF,0
    MOVWF TXREG
    INCF FSR,1

    DECFSZ Elementos,1
    GOTO Limpiar          ;Si bien la flag se limpia sola hay que ...
                          ;... recuperar el contexto

    ;SI YA NO HAY ELEMENTOS TERMINO LA TRANSMISION
    BANKSEL PIE1
    BCF PIE1,4
    BCF TXSTA,5           ;TXEN = 0

    MOVF AUX2,0
    MOVWF Elementos      ;Reseteo el valor de Elementos

    GOTO Limpiar
```

Imágenes 9: Subrutina Transmisión (Fuente: MPLAB X IDE)

```

Pulsador
    BANKSEL PIE1
    BSF PIE1,4           ;TXIE
    MOVLW 0xA0
    MOVWF FSR
    BSF TXSTA,5          ;TXEN

    MOVF Elementos,0
    MOVWF AUX2           ;Guardo el valor de Cant_Elem

    BCF INTCON,1
    GOTO Limpiar

```

Imagen 10: Subrutina Pulsador (Fuente: MPLAB X IDE)

8. Subrutina Principal (Main)

Delegamos la tarea de multiplexar los 2 display 7 segmentos a la subrutina Main, para hacer esto optamos por utilizar un retardo de unos 50 ciclos aprox (subrutina *Retardo*) entre medio de cada Display, en el display 1 se mostrará el valor de la variable Decenas, y en el display 2 se mostrará el valor de Unidades (ambos valores son decodificados mediante la tabla *TablaDecimal*), variando entre cada display cambiando los valores de RE0 y RE1.

```

Main
    ;Primer Display
    CALL Retardo
    BCF PORTE,1
    BSF PORTE,0
    MOVF Decenas,0
    CALL TablaDecimal
    MOVWF PORTD

    NOP
    NOP

    CALL Retardo
    ;Segundo Display
    BCF PORTE,0
    BSF PORTE,1
    MOVF Unidades,0
    CALL TablaDecimal
    MOVWF PORTD

    GOTO Main

```

Imagen 11: Subrutina Main (Fuente: MPLAB X IDE)

Cálculos

Displays

Para los displays lo que hicimos fue considerar una corriente de 20[mA] por segmento, es decir, una corriente máxima de 140[mA], la ecuación de salida del transistor quedaria de la siguiente manera

$$4.3V = 2.2V + 140mA \cdot R_c + 0.4V$$

lo que nos dio una resistencia de colector $R_c = 12[\Omega]$.

Para la ecuación de salida consideramos un β del transistor de 300 y calculamos la resistencia de base

$$4.3V = 0.7V + I_B \cdot R_B$$

Donde $I_B = 140mA / 300 = 466\mu A$

lo que nos dio una resistencia de base $R_B = 7.7K\Omega$

Timer 0

Como necesitamos que el programa vaya guardando los segundos que pasan y también activar la conversión del ADC cuando pase la misma cantidad de tiempo los cálculos que realizamos fueron los siguientes.

Nuestro PIC funciona con un reloj interno de 4MHz lo que significa un tiempo de instrucción $T_i = 1\mu S$. El prescaler está configurado en 1:256 por lo que lo más conveniente fue desbordar el Tmr0 cada 50mS y repetirlos 20 veces para obtener ese tiempo.

$$50mS = [(256 - carga) \times 256 + 2] \times 1\mu S$$

Por lo que cargamos el timer con 61.

Sensor

El sensor es básicamente un puente de Wheatstone con dos LDR que varían de la misma forma cuando hay luz o esta se atenúa ubicados diagonalmente en las ramas opuestas para que nos genere una salida analógica de 0 a 5 voltios. Utilizamos dos resistencias de 10K Ω para esto.

Puente H

Para el puente H hay que considerar los siguientes valores

$$V_{ce}=0.4V$$

$$V_{be}=0.7V$$

$$\beta=300$$

$$I_c=100mA$$

$$V_M=3V \text{ (motor)}$$

$$V_{oh}=4.3V$$

$$I_b=350\mu A$$

$$V_{CC} = R_C \times I_C + V_{CE1} + V_{CE3} + V_M$$

$$5V = R_C \times 100mA + 0.4 + 0.4 + 3V$$

Lo que nos da una $R_C = 12\Omega$

Para la resistencia de base 1

$$V_{OH} = V_{BE1} + I_B \times R_{B1} + V_M + V_{CE3}$$

$$4.3 = 0.7 + 350\mu A \times R_B + 3V + 0.4$$

Lo que nos da una $R_{B1} = 570\Omega$

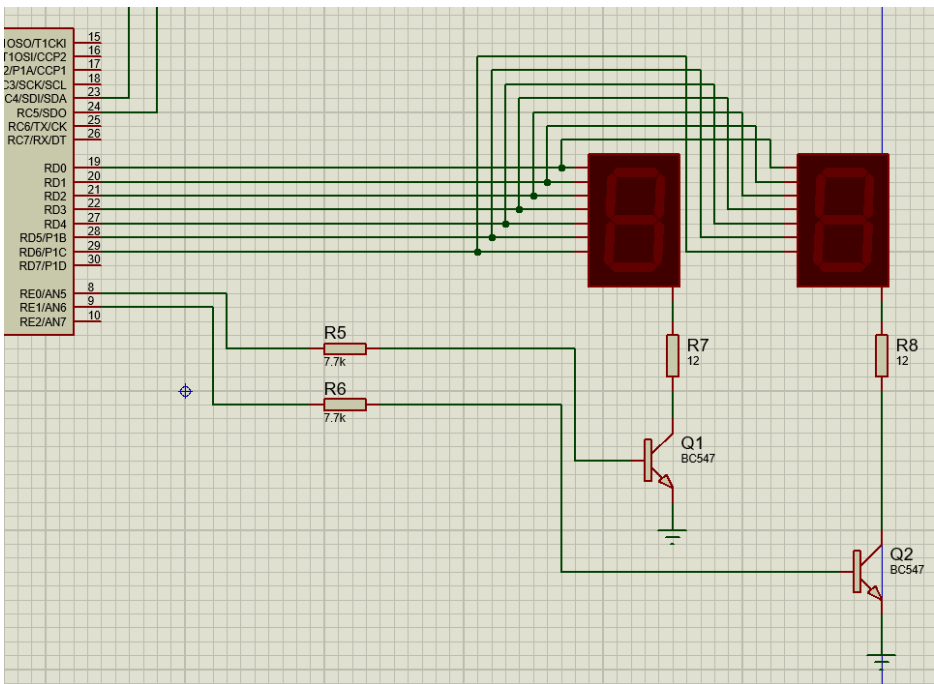
Para la otra resistencia de base:

$$V_{OH} = V_{BE2} + I_B \times R_{B2}$$

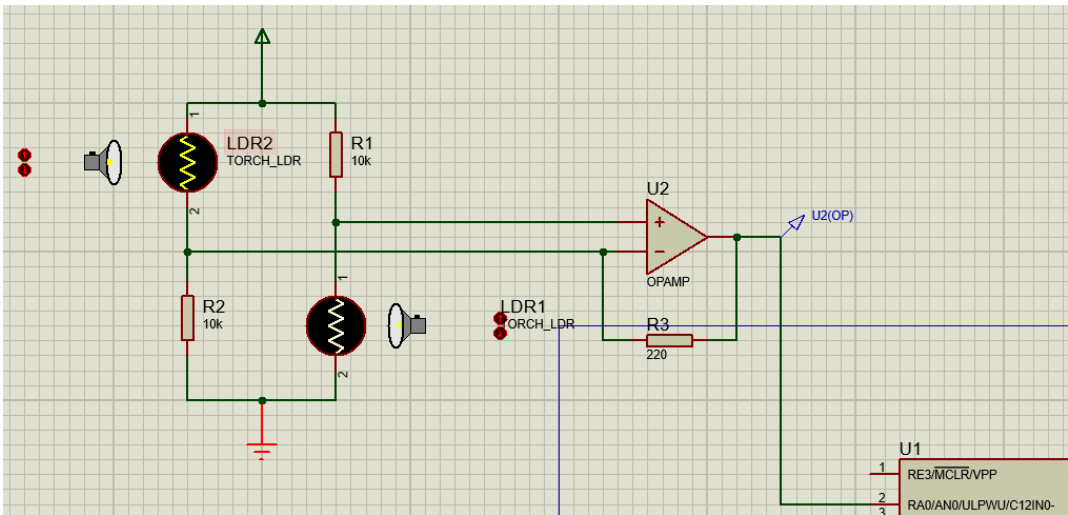
Lo que nos da una $R_{B2} = 10K\Omega$

Diagramas Circuitales

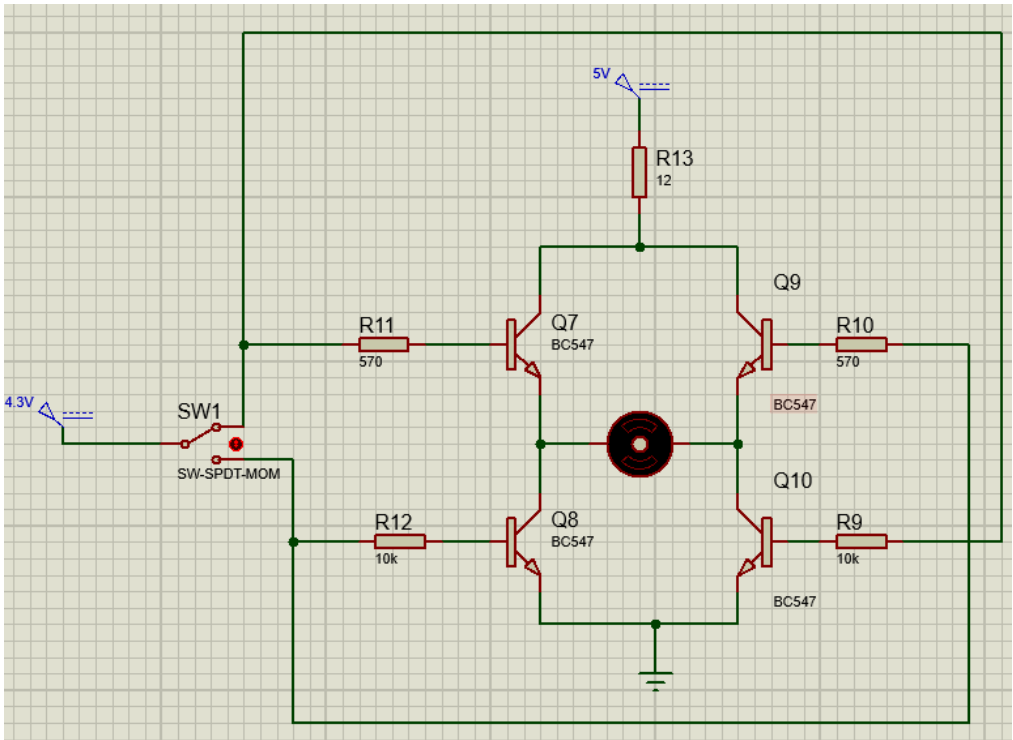
Displays:



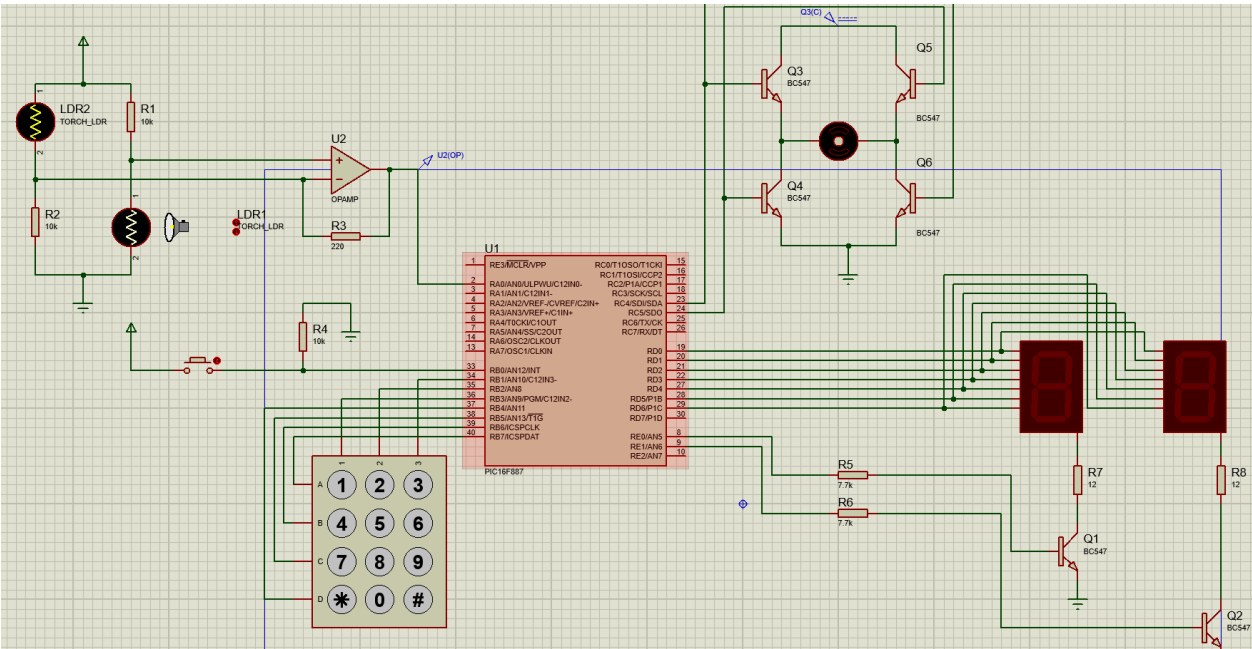
Sensor:



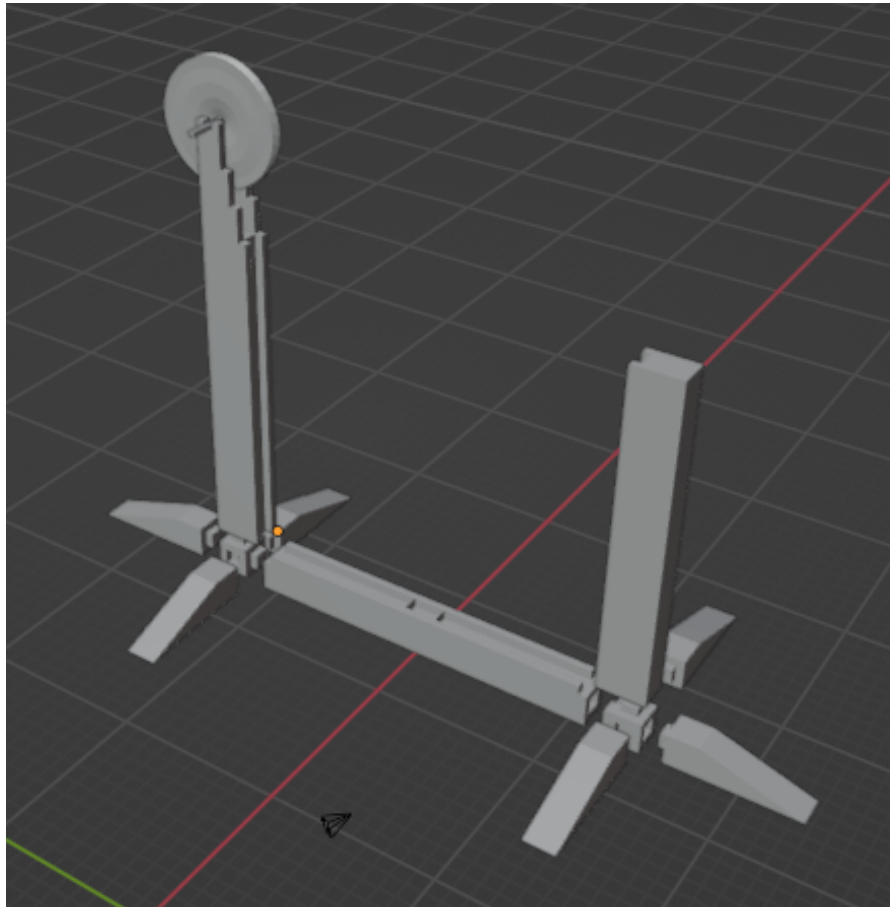
Puente H (para seleccionar dirección del motor):



Circuito Completo:



Prototipo de Ventana:



Materiales

- PIC16F887
- Transistores NPN (BC547)
- Display 7-SEG Verde (FYS-5211AG)
- Amplificador Operacional (LM224N)
- Fotorresistor - LDR (Genérico)
- Modulo Chip MAX3232 - TTL - RS-232
- Resistencias - 10 - 1K - 10K (Genéricas)
- LED Rojo (Genérico)
- LED Verde (Genérico)
- LED Azul (Genérico)
- Teclado Matricial (Genérico)
- Motor DC - Cepillado (Genérico)
- Pulsador (Genérico)

**Genérico: Todo elemento del circuito cuyo número de serie no encontramos, por lo que usamos datasheets genéricos.*

Gráficos Topológicos

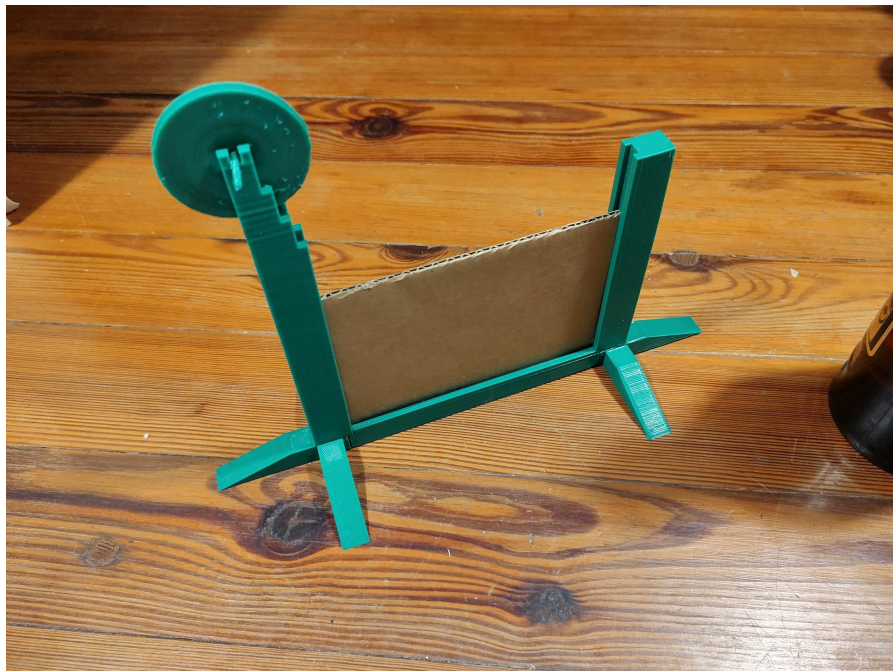


Imagen 13: Ventana (Fuente: Propia)

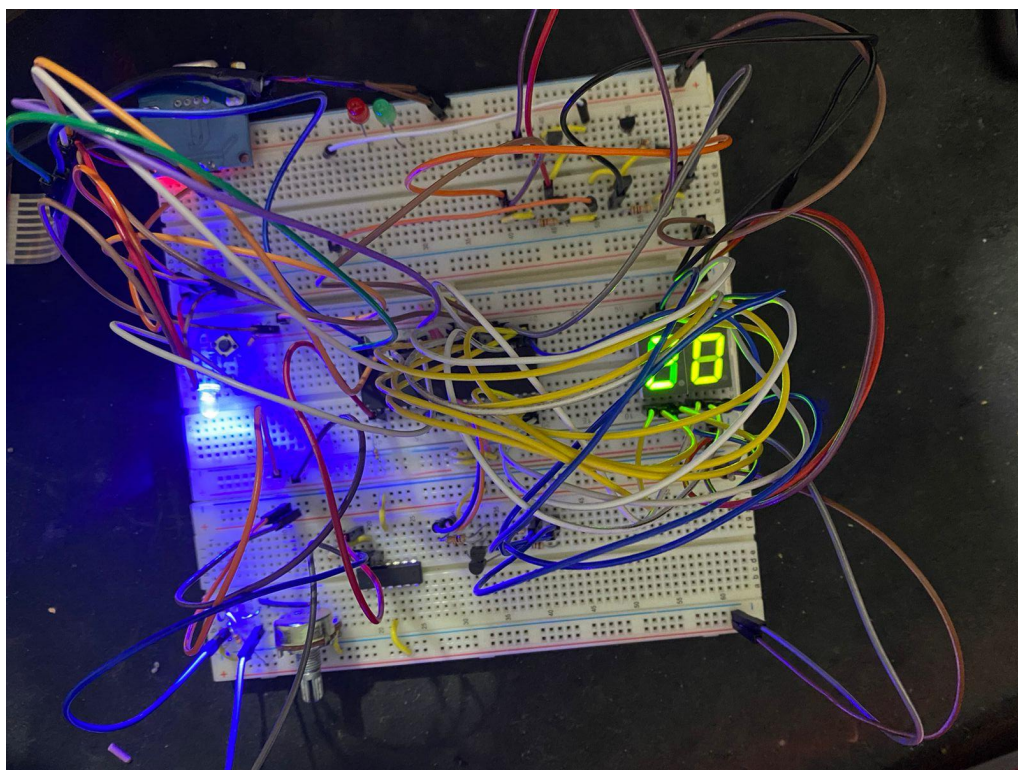


Imagen 14: Fotografía del Circuito Funcional (Fuente: Propia)

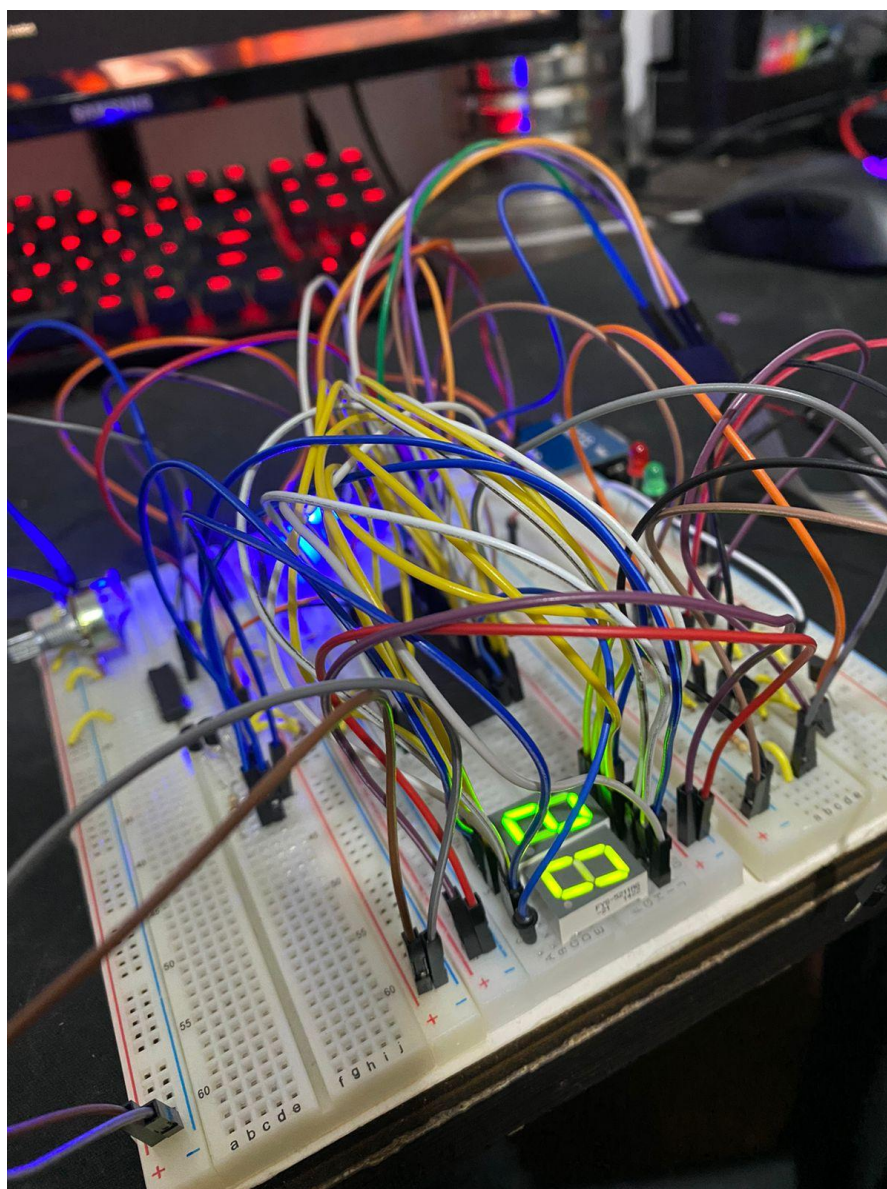


Imagen 15: Fotografía - Vista Lateral - Circuito Físico (Fuente: Propia)

Conclusiones

Se lograron completar los objetivos principales del trabajo práctico, haciendo uso de las herramientas adquiridas en clase. Si bien hubo algunos inconvenientes a la hora de lograr el circuito o programar el microcontrolador se logró hacer que el circuito principal funcione tal cual fue planeado.

Lamentablemente no pudimos lograr que funcionara el motor DC, por eso agregamos en el circuito 2 leds que muestran cuándo se estaría abriendo o cerrando la ventana, si bien no es lo mismo que un circuito funcional, se puede apreciar la idea del trabajo realizado.

No pudimos probar el módulo de Transmisión Serie

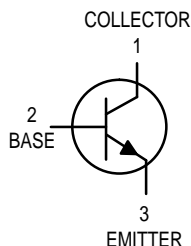
Bibliografía y referencias

- <https://www.alldatasheet.es/>
(ALLDATASHEET - Motor de búsqueda de Datasheets que más utilizamos)
- <https://www.microchip.com/>
(MICROCHIP - Fuente del datasheet del PIC16F887)

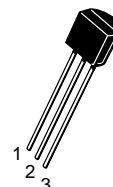
Hojas de Datos

Amplifier Transistors

NPN Silicon



BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



CASE 29-04, STYLE 17
TO-92 (TO-226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	6.0			Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	100			mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0			mW mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12			Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150			°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector–Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	— — —	— — —	V
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A dc}$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	— — —	— — —	V
Emitter–Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	— — —	— — —	V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 35\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 30\text{ V}, T_A = 125^\circ\text{C}$)	BC546 BC547 BC548 BC546/547/548	I_{CES}	— — — —	0.2 0.2 0.2 —	15 15 15 4.0	nA μA



BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS					
DC Current Gain ($I_C = 10\ \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)	h_{FE}	—	90	—	—
BC547A/548A		—	150	—	—
BC546B/547B/548B BC548C		—	270	—	—
($I_C = 2.0\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)	h_{FE}	110	—	450	—
BC546		110	—	800	—
BC547		110	—	800	—
BC548		110	180	220	—
BC547A/548A		200	290	450	—
BC546B/547B/548B BC547C/BC548C		420	520	800	—
($I_C = 100\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)	h_{FE}	—	120	—	—
BC547A/548A		—	180	—	—
BC546B/547B/548B BC548C		—	300	—	—
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\ \text{mA}$, $I_B = 0.5\ \text{mA}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.09	0.25	V
($I_C = 100\ \text{mA}$, $I_B = 5.0\ \text{mA}$)		—	0.2	0.6	V
($I_C = 10\ \text{mA}$, $I_B = \text{See Note 1}$)		—	0.3	0.6	V
Base–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\ \text{mA}$, $I_B = 0.5\ \text{mA}$)	$V_{BE(sat)}$	—	0.7	—	V
Base–Emitter On Voltage ($I_C = 2.0\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)	$V_{BE(on)}$	0.55	—	0.7	V
($I_C = 10\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)		—	—	0.77	V

SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$, $f = 100\ \text{MHz}$)	f_T	150	300	—	MHz
BC546		150	300	—	MHz
BC547 BC548		150	300	—	MHz
Output Capacitance ($V_{CB} = 10\ \text{V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\ \text{MHz}$)	C_{obo}	—	1.7	4.5	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5\ \text{V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\ \text{MHz}$)	C_{ibo}	—	10	—	pF
Small–Signal Current Gain ($I_C = 2.0\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$, $f = 1.0\ \text{kHz}$)	h_{fe}	125	—	500	—
BC546		125	—	900	—
BC547/548		125	220	260	—
BC547A/548A		240	330	500	—
BC546B/547B/548B BC547C/548C		450	600	900	—
Noise Figure ($I_C = 0.2\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$, $R_S = 2\ \text{k}\Omega$, $f = 1.0\ \text{kHz}$, $\Delta f = 200\ \text{Hz}$)	NF	—	2.0	10	dB
BC546		—	2.0	10	dB
BC547 BC548		—	2.0	10	dB

Note 1: I_B is value for which $I_C = 11\ \text{mA}$ at $V_{CE} = 1.0\ \text{V}$.

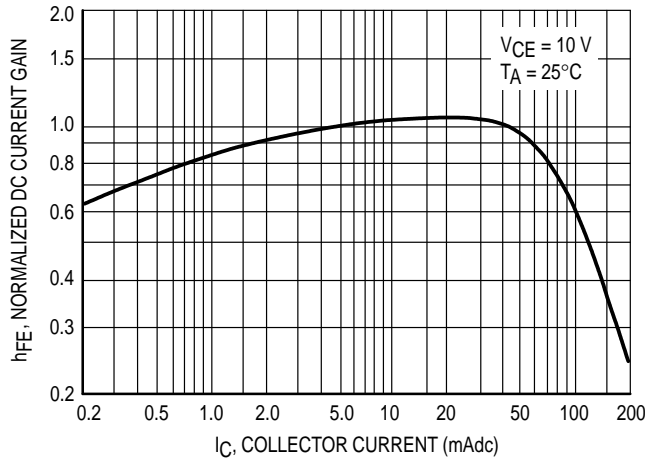


Figure 1. Normalized DC Current Gain

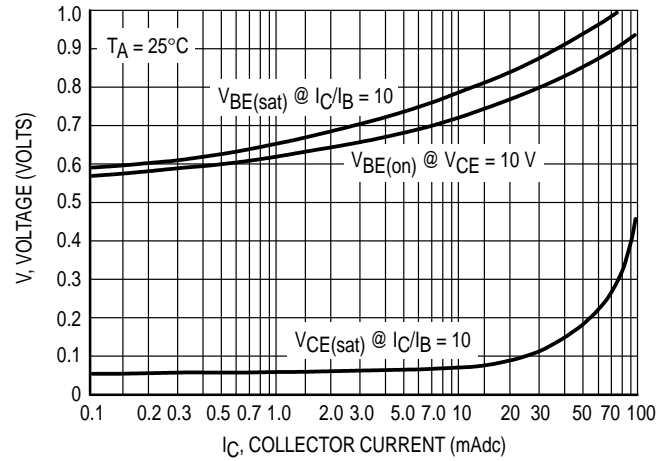


Figure 2. "Saturation" and "On" Voltages

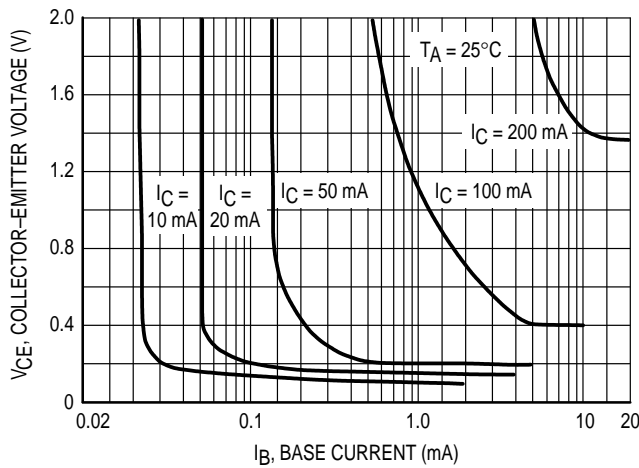


Figure 3. Collector Saturation Region

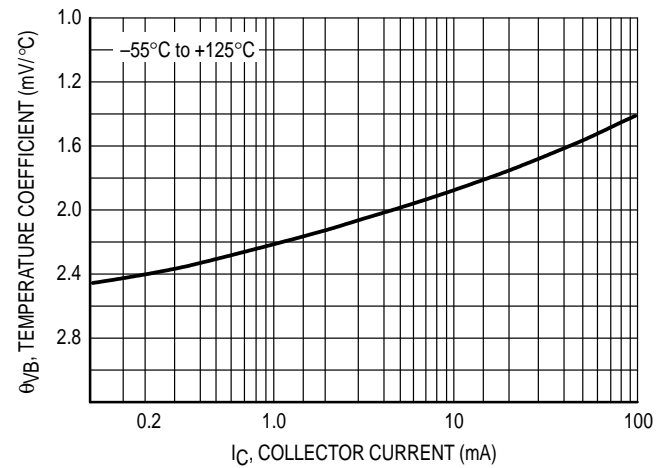


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC547/BC548

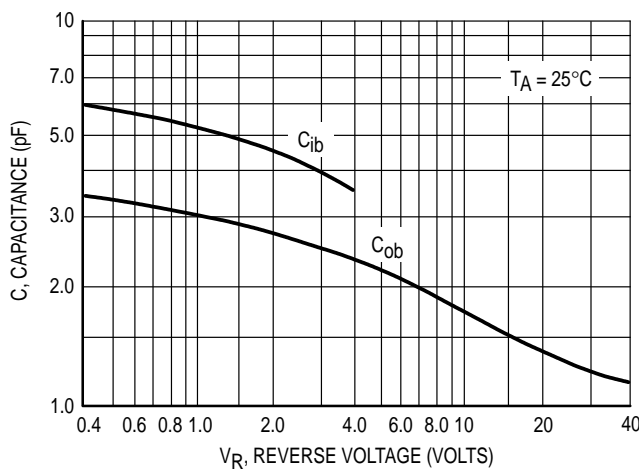


Figure 5. Capacitances

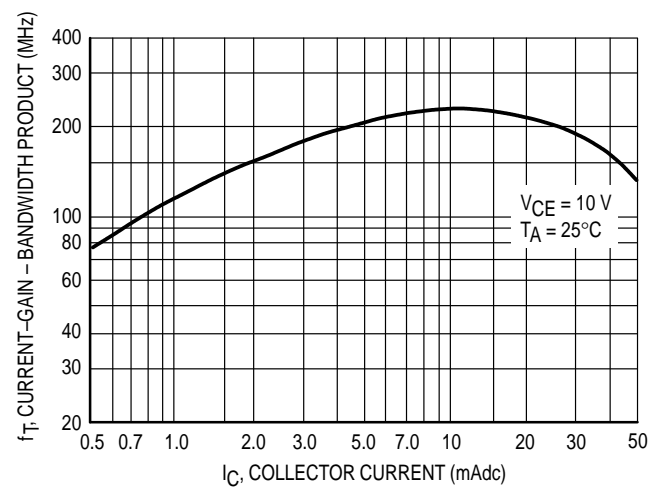


Figure 6. Current-Gain - Bandwidth Product

BC547/BC548

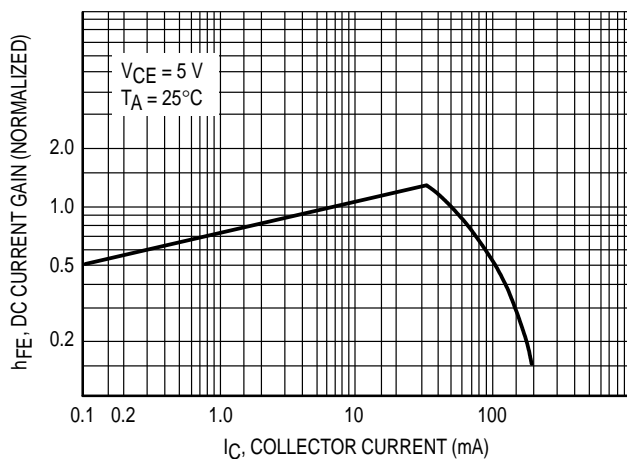


Figure 7. DC Current Gain

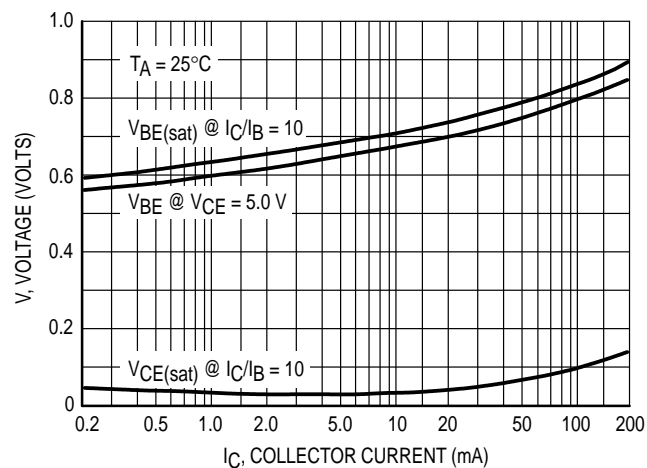


Figure 8. "On" Voltage

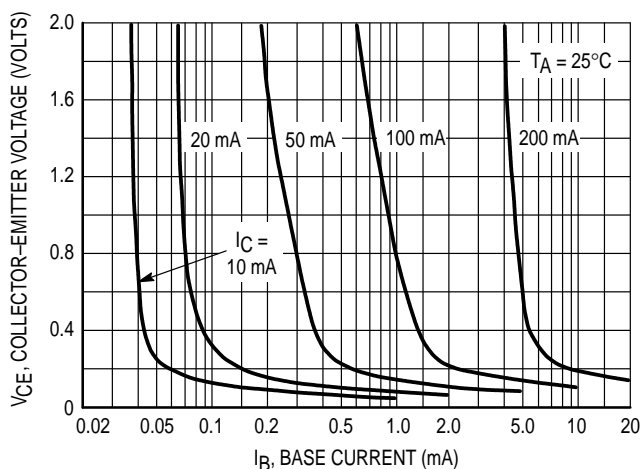


Figure 9. Collector Saturation Region

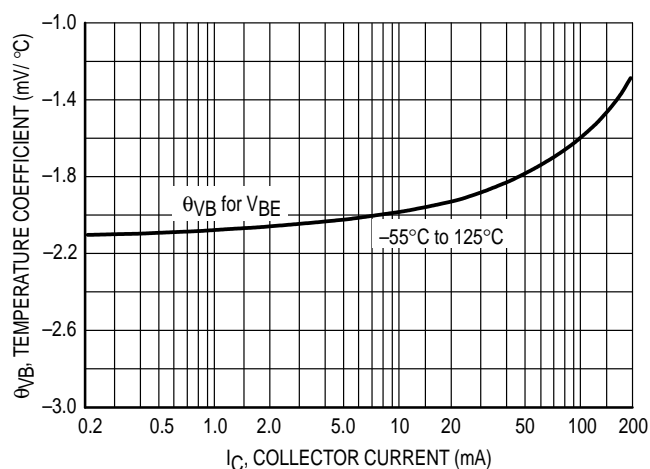


Figure 10. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC546

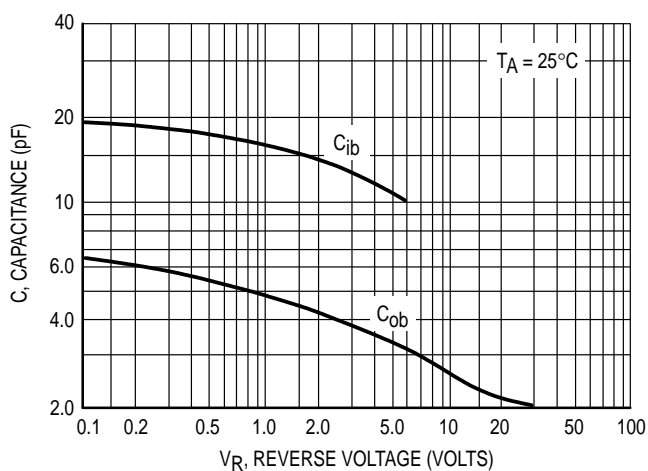


Figure 11. Capacitance

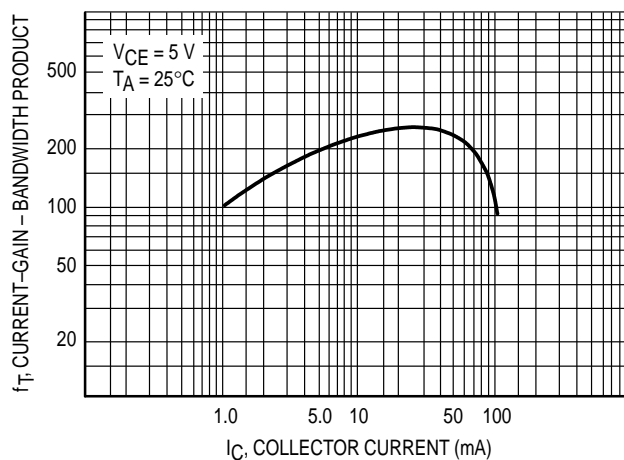
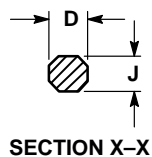
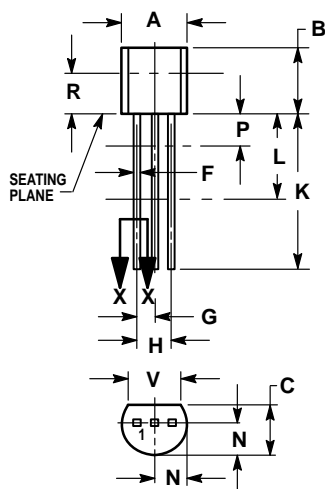


Figure 12. Current-Gain - Bandwidth Product

PACKAGE DIMENSIONS



**CASE 029-04
(TO-226AA)
ISSUE AD**


NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED.
4. DIMENSION F APPLIES BETWEEN P AND L. DIMENSION D AND J APPLY BETWEEN L AND K MINIMUM. LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.20
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.016	0.022	0.41	0.55
F	0.016	0.019	0.41	0.48
G	0.045	0.055	1.15	1.39
H	0.095	0.105	2.42	2.66
J	0.015	0.020	0.39	0.50
K	0.500	—	12.70	—
L	0.250	—	6.35	—
N	0.080	0.105	2.04	2.66
P	—	0.100	—	2.54
R	0.115	—	2.93	—
V	0.135	—	3.43	—

STYLE 17:

1. COLLECTOR
2. BASE
3. EMITTER

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (602) 244-6609
INTERNET: <http://Design-NET.com>

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MOTOROLA



BC546/D





NINGBO FORYARD OPTO
ELECTRONICS CO.,LTD.

LED DIGIT DISPLAY

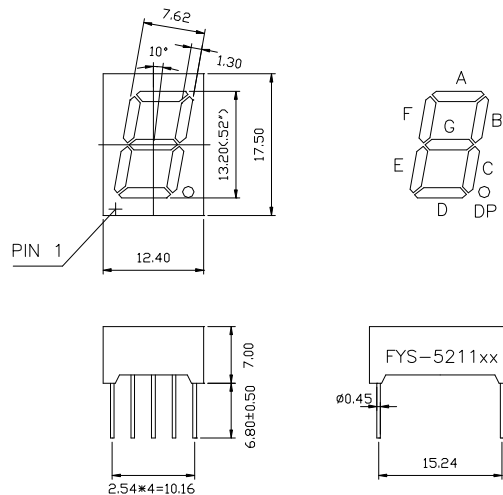
PartNO.: FYS-5211AX/BX-XX

DESCRIPTION

- 13.20mm (0.52") Single digit numeric display series.
- Standard brightness.
- Low current operation.
- Excellent character appearance.
- Easy mounting on P.C.boards or sockets

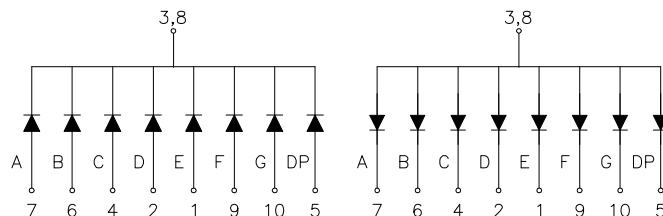
Package Dimensions & Internal Circuit Diagram

FYS-5211 Series



FYS-5211Ax

FYS-5211Bx



Notes:

- All dimensions are in millimeters (inches)
- Tolerance is $\pm 0.25(0.01)$ unless otherwise noted.
- Specifications are subject to change without notice.

ADD: NO.115 QiXin Road NingBo Zhejiang China ZIP.: 315051

TEL: 0086-574-87927870 87933652

[Http://www.foryard.com](http://www.foryard.com)

FAX: 0086-574-87927917

E-mail: sales@foryard.com



**NINGBO FORYARD OPTO
ELECTRONICS CO.,LTD.**

LED DIGIT DISPLAY

PartNO.: FYS-5211AX/BX-XX

: Absolute maximum ratings (Ta=25℃)

Parameter	Symbol	Test Condition	Value		Unit
			Min	Max	
Reverse Voltage	VR	IR=30μA	5	-----	V
Forward Current	IF	-----	-----	30	mA
Power Dissipation	Pd	-----	-----	100	mW
Pulse Current	Ipeak	Duty=0.1mS, 1KHz	-----	150	mA
Operating Temperature	Topr	-----	-40	+85	° C
Storage Temperature	Tstr	-----	-40	+85	° C

• -XX: Surface / Lens color:

Number	0	1	2	3	4	5
Ref Surface Color	White	Black	Gray	Red	Green	
Epoxy Color	Water clear	White diffused	Red Diffused	Green Diffused	Yellow Diffused	

ADD: NO.115 QiXin Road NingBo Zhejiang China ZIP.: 315051
TEL: 0086-574-87927870 87933652 FAX:0086-574-87927917
[Http://www.foryard.com](http://www.foryard.com) E-mail:sales@foryard.com



PartNO.: FYS-5211AX/BX-XX

■ **Description:**

- Color Code & Chip characteristics: **(Test Condition: IF=20mA)**

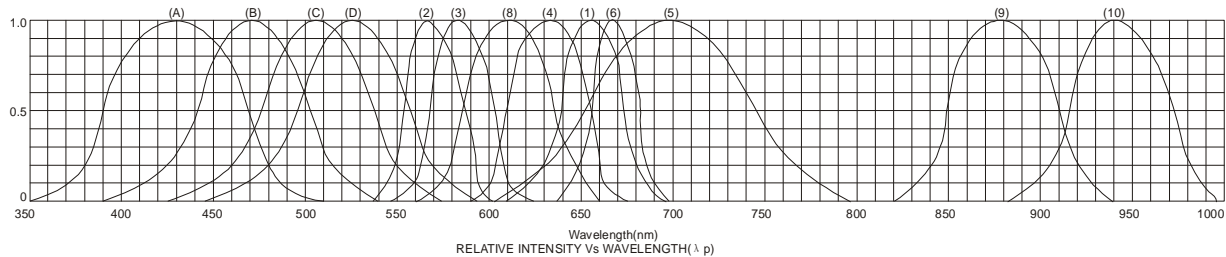
Emitting Color		Dice Material	Peak Wave Length(λ_p)	Spectral Line halfwidth($\Delta\lambda_{1/2}$)	Forward Voltage(VF) Unit:V		Luminous Intensity (Iv) Unit:mcd
					Typ	Max	
H	Red	GaP	700nm	90nm	2.20	2.50	5.0
S, SR	Hi Red	AlGaAs,SH	660nm	20nm	1.80	2.20	15-20
D	Super Red	AlGaAs,DH	660nm	20nm	1.80	2.20	20-30
LR	Ultra Red	AlGaAs,DDH	660nm	20nm	1.90	2.40	26-38
HR	HE Red	GaAsP	640nm	45nm	1.90	2.40	50-80
E	Orange	GaAsP	630nm	35nm	2.10	2.50	10-20
A	Amber	GaAsP	610nm	35nm	2.10	2.50	15-20
Y	Yellow	GaAsP	590nm	35nm	2.10	2.50	15-20
G	Green	GaP	570nm	30nm	2.20	2.50	14-18
Ultra brightness							
UH R	Ultra Hi Red	AlGaInP	645nm	20nm	2.10	2.50	80-150
UE	Ultra Orange	AlGaInP	630nm	20nm	2.10	2.50	180-210
UA	Ultra Amber	AlGaInP	610nm	20nm	2.10	2.50	90-120
UY	Ultra Yellow	AlGaInP	590nm	20nm	2.10	2.50	150-200
UG	Ultra Green	AlGaInP	570nm	30nm	2.20	2.50	60-100
PG	Ultra Pure Green	InGaN	520nm	36nm	2.80	3.80	260-310
BG	Ultra Blue Green	InGaN	505nm	36nm	2.80	3.80	260-310
B	Blue	InGaN	430nm	30nm	2.80	3.80	10-20
UB	Ultra Blue	InGaN	470nm	30nm	2.80	3.80	80-90
			460nm	30nm	2.80	3.80	80-90
V	UV	InGaN	405nm		2.80	3.80	5-8
W	White	InGaN	X=0.29,y=0.30		2.80	3.80	180-200
U W	Ultra White	InGaN	X=0.29,y=0.30		2.80	3.80	180-200
Segment-to-Segment Luminous Intensity ratio(Iv-M)					1.5:1		



NINGBO FORYARD OPTO
ELECTRONICS CO.,LTD.

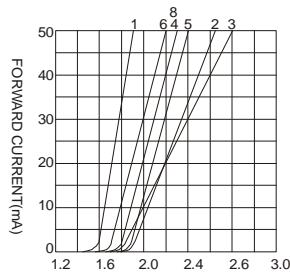
LED DIGIT DISPLAY

PartNO.: FYS-5211AX/BX-XX

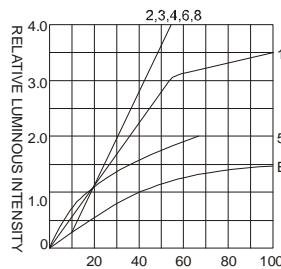


- (1) - GaAsP/GaAs 655nm/Red
- (2) - GaP 570nm/Yellow Green
- (3) - GaAsP/GaP 585nm/Yellow
- (4) - GaAsP/GaP 635nm/Orange & Hi-Eff Red
- (5) - GaP 700nm/Bright Red
- (6) - GaAlAs/GaAs 660nm/Super Red
- (8) - GaAsP/GaP 610nm/Super Red

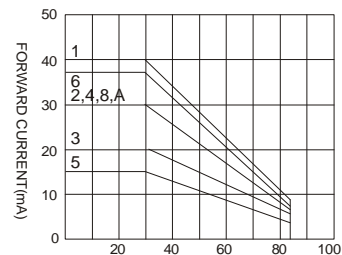
- (9) - GaAlAs 880nm
- (10) - GaAs/GaAs & GaAlAs/GaAs 940nm
- (A) - GaN/SiC 430nm/Blue
- (B) - InGaN/SiC 470nm/Blue
- (C) - InGaN/SiC 505nm/Ultra Green
- (D) - InGaAl/SiC 525nm/Ultra Green



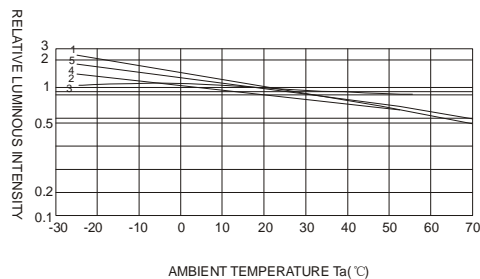
FORWARD VOLTAGE (Vf)
FORWARD CURRENT VS.
FORWARD VOLTAGE



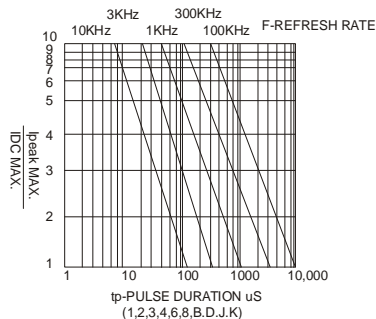
FORWARD CURRENT (mA)
RELATIVE LUMINOUS
INTENSITY VS. FORWARD
CURRENT



AMBIENT TEMPERATURE Ta(°C)
FORWARD CURRENT VS. AMBIENT
TEMPERATURE

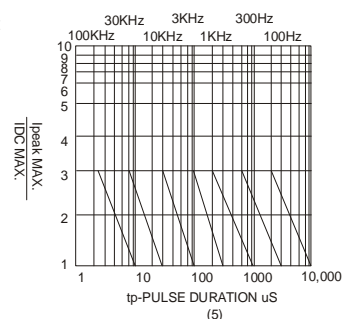


AMBIENT TEMPERATURE Ta(°C)



Peak MAX.
IDC MAX.

tp-PULSE DURATION μS
(1,2,3,4,6,8,B,D,J,K)



Peak MAX.
IDC MAX.

tp-PULSE DURATION μS
(5)

NOTE: 25°C free air temperature unless otherwise specified

ADD: NO.115 QiXin Road NingBo Zhejiang China ZIP.: 315051

TEL: 0086-574-87927870 87933652

[Http://www.foryard.com](http://www.foryard.com)

FAX: 0086-574-87927917

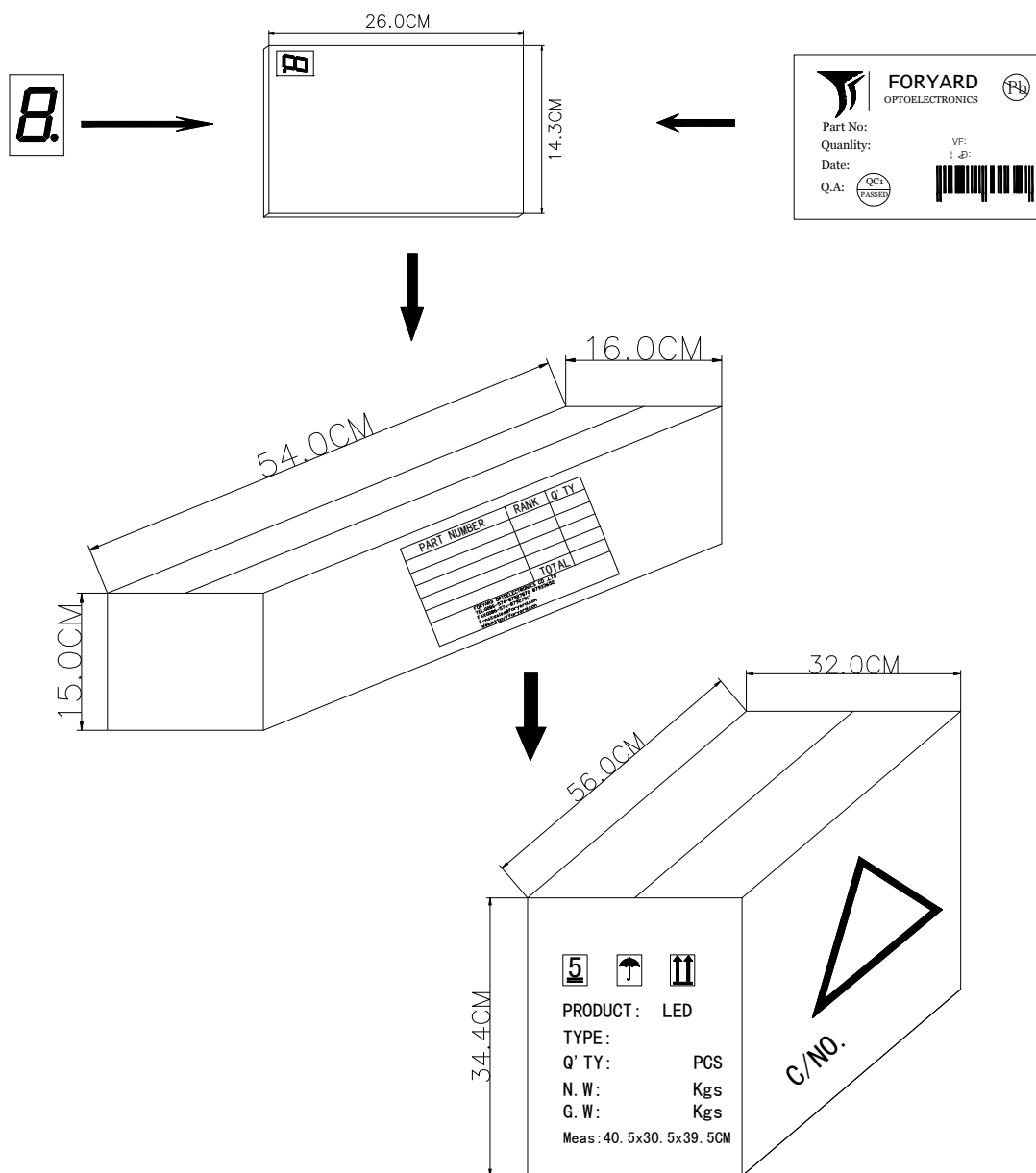
E-mail: sales@foryard.com



NINGBO FORYARD OPTO
ELECTRONICS CO.,LTD.

LED DIGIT DISPLAY

PartNO.: FYS-5211AX/BX-XX



type	QTY/foam(pcs)	QTY /Bundle (pcs)	QTY /CARTONDimension
FYS-5211A/Bx-xx	11*13=143	143*16=2288	2288*4=9152

ADD: NO.115 QiXin Road NingBo Zhejiang China ZIP.: 315051

TEL: 0086-574-87927870 87933652

[Http://www.foryard.com](http://www.foryard.com)

FAX:0086-574-87927917

E-mail:sales@foryard.com

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/ SA534/LM2902

DESCRIPTION

The LM124/SA534/LM2902 series consists of four independent, high-gain, internally frequency-compensated operational amplifiers designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages.

UNIQUE FEATURES

In the linear mode, the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

The unity gain crossover frequency and the input bias current are temperature-compensated.

FEATURES

- Internally frequency-compensated for unity gain
- Large DC voltage gain: 100dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1MHz (temperature-compensated)
- Wide power supply range Single supply: $3V_{DC}$ to $30V_{DC}$ or dual supplies: $\pm 1.5V_{DC}$ to $\pm 15V_{DC}$
- Very low supply current drain: essentially independent of supply voltage (1mW/op amp at $+5V_{DC}$)
- Low input biasing current: $45nA_{DC}$ (temperature-compensated)
- Low input offset voltage: $2mV_{DC}$ and offset current: $5nA_{DC}$
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage: $0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V_{DC}$ swing

PIN CONFIGURATION

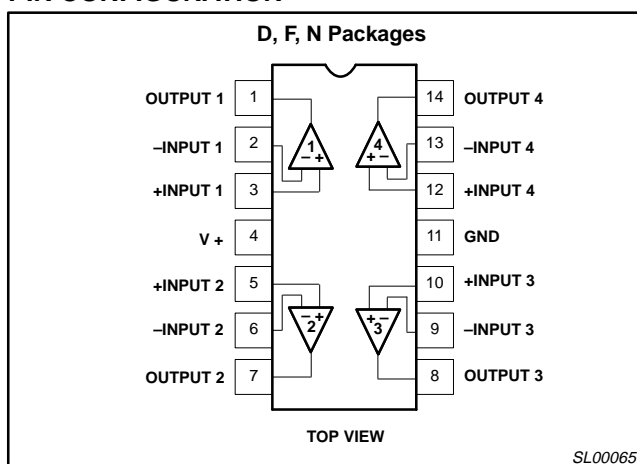


Figure 1. Pin Configuration

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	LM124N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	LM124F	0581B
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM224N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-25°C to +85°C	LM224F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-25°C to +85°C	LM224D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0°C to +70°C	LM324F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324AN	SOT27-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324AD	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +85°C	SA534N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-40°C to +85°C	SA534F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +85°C	SA534D	SOT108-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +125°C	LM2902D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2902N	SOT27-1

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	32 or ± 16	V_{DC}
V_{IN}	Differential input voltage	32	V_{DC}
V_{IN}	Input voltage	-0.3 to +32	V_{DC}
P_D	Maximum power dissipation, $T_A=25^\circ\text{C}$ (still-air) ¹		
	N package	1420	mW
	F package	1190	mW
	D package	1040	mW
	Output short-circuit to GND one amplifier ² $V_{CC}<15V_{DC}$ and $T_A=25^\circ\text{C}$	Continuous	
I_{IN}	Input current ($V_{IN}<-0.3V$) ³	50	mA
T_A	Operating ambient temperature range		
	LM324/A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
	LM224	-25 to +85	$^\circ\text{C}$
	SA534	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
	LM2902	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
	LM124	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage temperature range	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
T_{SOLD}	Lead soldering temperature (10sec max)	300	$^\circ\text{C}$

NOTES:

1. Derate above 25°C at the following rates:F package at $9.5\text{mW}/^\circ\text{C}$ N package at $11.4\text{mW}/^\circ\text{C}$ D package at $8.3\text{mW}/^\circ\text{C}$ 2. Short-circuits from the output to V_{CC+} can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA, independent of the magnitude of V_{CC} . At values of supply voltage in excess of $+15V_{DC}$ continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction.3. This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input bias clamps. In addition, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This action can cause the output voltages of the op amps to go to the $V+$ rail (or to ground for a large overdrive) during the time that the input is driven negative.

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $V_{CC}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM124/LM224			LM324/SA534/LM2902			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage ¹	$R_S=0\Omega$		± 2	± 5		± 2	± 7	mV
		$R_S=0\Omega$, over temp.			± 7			± 9	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	$R_S=0\Omega$, over temp.		7			7		$\mu V/^{\circ}C$
I_{BIAS}	Input current ²	$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$		45	150		45	250	nA
		$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$, over temp.		40	300		40	500	
$\Delta I_{BIAS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		50			50		$pA/^{\circ}C$
I_{OS}	Offset current	$I_{IN}(+)-I_{IN}(-)$		± 3	± 30		± 5	± 50	nA
		$I_{IN}(+)-I_{IN}(-)$, over temp.			± 100			± 150	
$\Delta I_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		10			10		$pA/^{\circ}C$
V_{CM}	Common-mode voltage range ³	$V_{CC}\leq 30V$	0		$V_{CC}-1.5$	0		$V_{CC}-1.5$	V
		$V_{CC}\leq 30V$, over temp.	0		$V_{CC}-2$	0		$V_{CC}-2$	
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{CC}=30V$	70	85		65	70		dB
V_{OUT}	Output voltage swing	$R_L=2k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	26			26			V
V_{OH}	Output voltage high	$R_L\leq 10k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	27	28		27	28		V
V_{OL}	Output voltage low	$R_L\leq 10k\Omega$, over temp.		5	20		5	20	mV
I_{CC}	Supply current	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$, over temp.		1.5	3		1.5	3	mA
		$R_L=\infty$, over temp.		0.7	1.2		0.7	1.2	
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$	50	100		25	100		V/mV
		$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$, over temp.	25			15			
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	$f=1kHz$ to $20kHz$, input referred		-120			-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	$R_S\leq 0\Omega$	65	100		65	100		dB
I_{OUT}	Output current source	$V_{IN}=+1V$, $V_{IN}=0V$, $V_{CC}=15V$	20	40		20	40		mA
		$V_{IN}=+1V$, $V_{IN}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	10	20		10	20		
	Output current sink	$V_{IN}=+1V$, $V_{IN}=0V$, $V_{CC}=15V$	10	20		10	20		
		$V_{IN}=+1V$, $V_{IN}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	5	8		5	8		
		$V_{IN}=+1V$, $V_{IN}=0V$, $V_O=200mV$	12	50		12	50		μA
I_{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	10	40	60	mA
GBW	Unity gain bandwidth			1			1		MHz
SR	Slew rate			0.3			0.3		V/ μs
V_{NOISE}	Input noise voltage	$f=1kHz$		40			40		nV/ \sqrt{Hz}
V_{DIFF}	Differential input voltage ³				V_{CC}			V_{CC}	V

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Continued) $V_{CC}=5V$, $T_A=25^\circ C$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM324A			UNIT
			Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage ¹	$R_S=0\Omega$		± 2	± 3	mV
		$R_S=0\Omega$, over temp.			± 5	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	$R_S=0\Omega$, over temp.		7	30	$\mu V/^\circ C$
I_{BIAS}	Input current ²	$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$		45	100	nA
		$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$, over temp.		40	200	
$\Delta I_{BIAS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		50		$pA/^\circ C$
I_{OS}	Offset current	$I_{IN}(+)-I_{IN}(-)$		± 5	± 30	nA
		$I_{IN}(+)-I_{IN}(-)$, over temp.			± 75	
$\Delta I_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		10	300	$pA/^\circ C$
V_{CM}	Common-mode voltage range ³	$V_{CC}\leq 30V$	0		$V_{CC}-1.5$	V
		$V_{CC}\leq 30V$, over temp.	0		$V_{CC}-2$	V
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{CC}=30V$	65	85		dB
V_{OUT}	Output voltage swing	$R_L=2k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	26			V
V_{OH}	Output voltage high	$R_L\leq 10k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	27	28		V
V_{OL}	Output voltage low	$R_L\leq 10k\Omega$, over temp.		5	20	mV
I_{CC}	Supply current	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$, over temp.		1.5	3	mA
		$R_L=\infty$, over temp.		0.7	1.2	mA
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$	25	100		V/mV
		$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$, over temp.	15			V/mV
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	$f=1kHz$ to $20kHz$, input referred		-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	$R_S\leq 0\Omega$	65	100		dB
I_{OUT}	Output current source	$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$	20	40		mA
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	10	20		mA
	Output current sink	$V_{IN-}=+1V$, $V_{IN+}=0V$, $V_{CC}=15V$	10	20		mA
		$V_{IN-}=+1V$, $V_{IN+}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	5	8		mA
		$V_{IN-}=+1V$, $V_{IN+}=0V$, $V_O=200mV$	12	50		μA
I_{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	mA
V_{DIFF}	Differential input voltage ³				V_{CC}	V
GBW	Unity gain bandwidth			1		MHz
SR	Slew rate			0.3		V/ μs
V_{NOISE}	Input noise voltage	$f=1kHz$		40		nV/ \sqrt{Hz}

NOTES:

- $V_O \approx 1.4V_{DC}$, $R_S=0\Omega$ with V_{CC} from 5V to 30V and over full input common-mode range ($0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V$).
- The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC}-1.5$, but either or both inputs can go to $+32V$ without damage.
- Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC} . At values of supply voltage in excess of $+15V_{DC}$, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of coupling increases at higher frequencies.

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

EQUIVALENT CIRCUIT

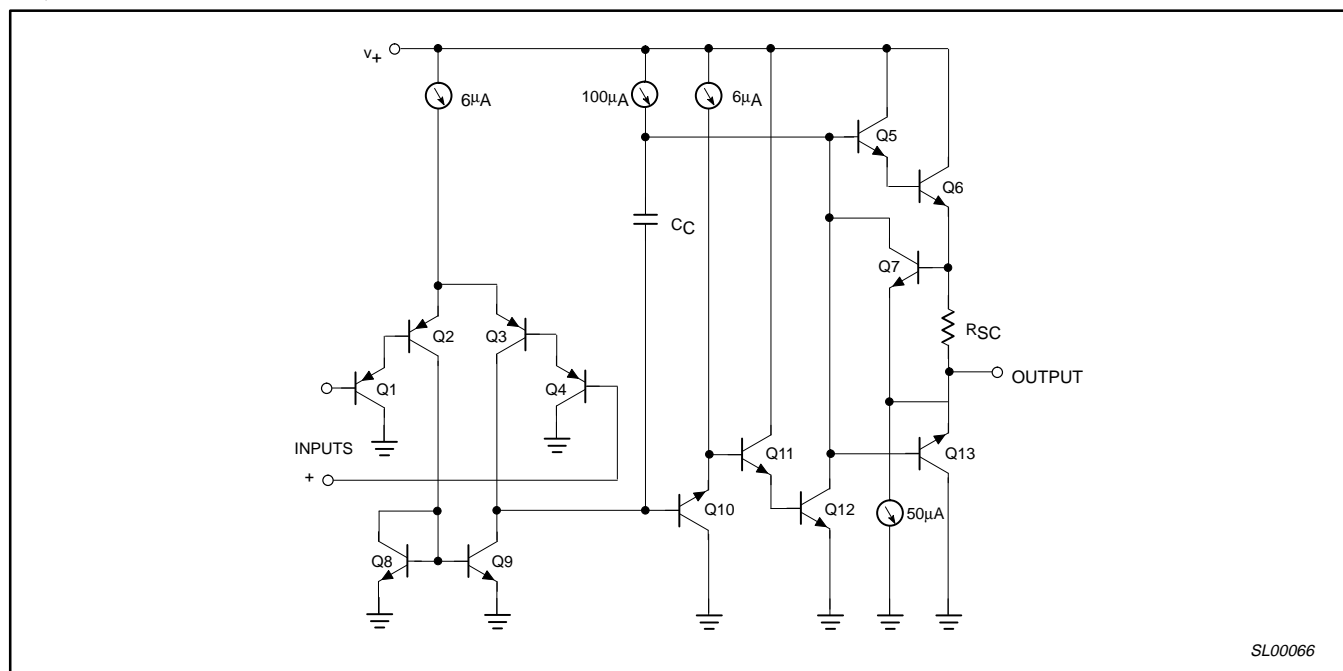


Figure 2. Equivalent Circuit

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

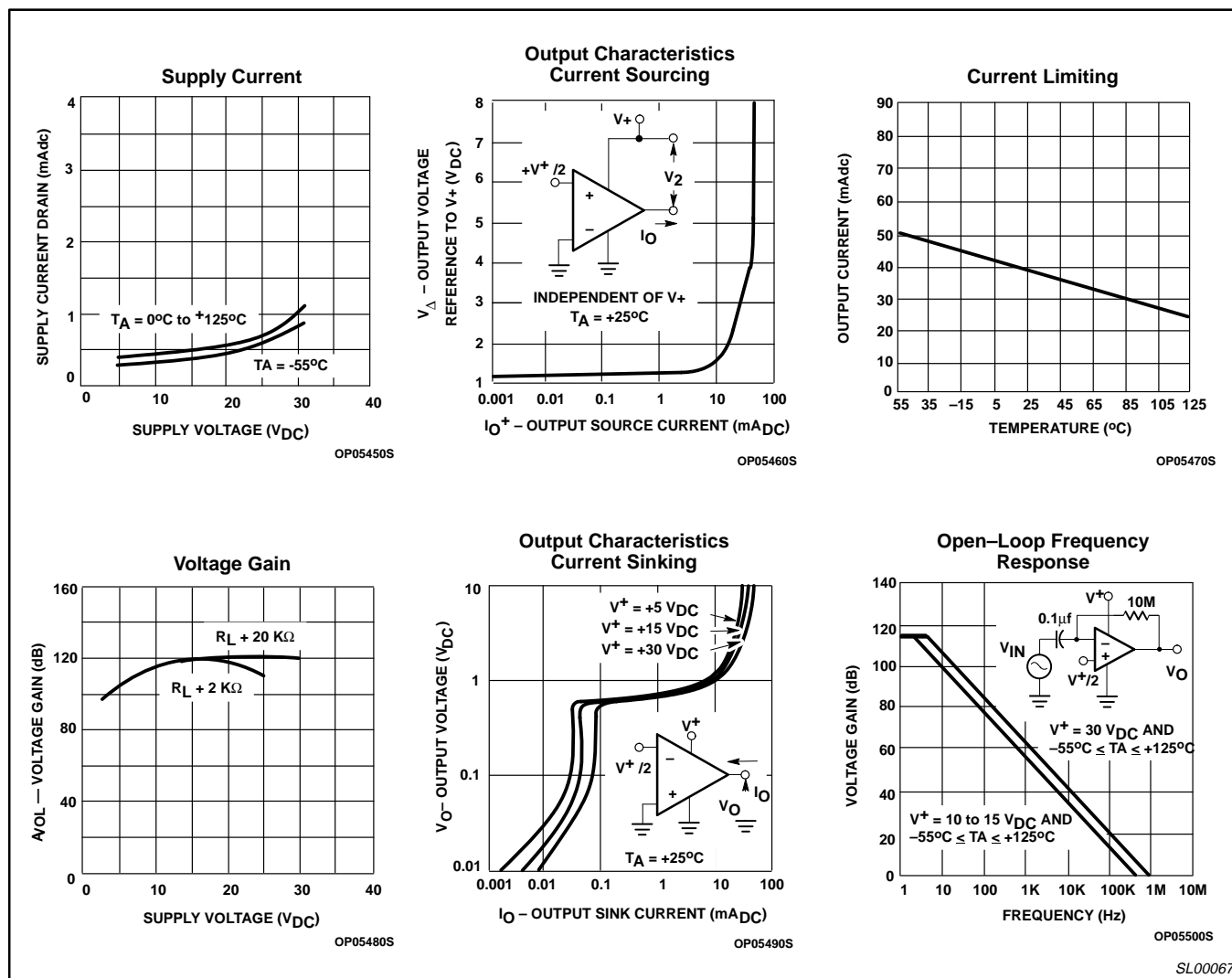
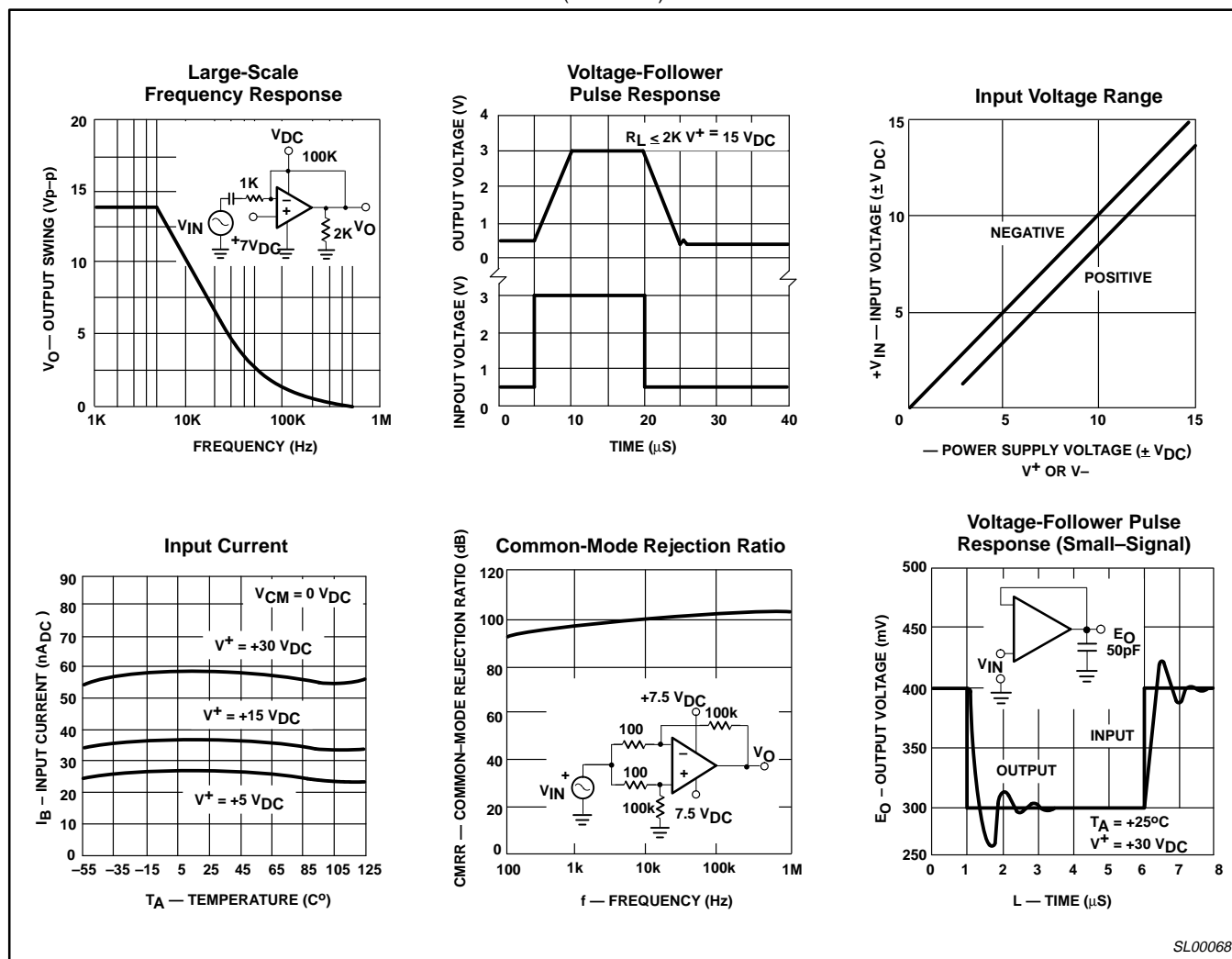


Figure 3. Typical Performance Characteristics

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

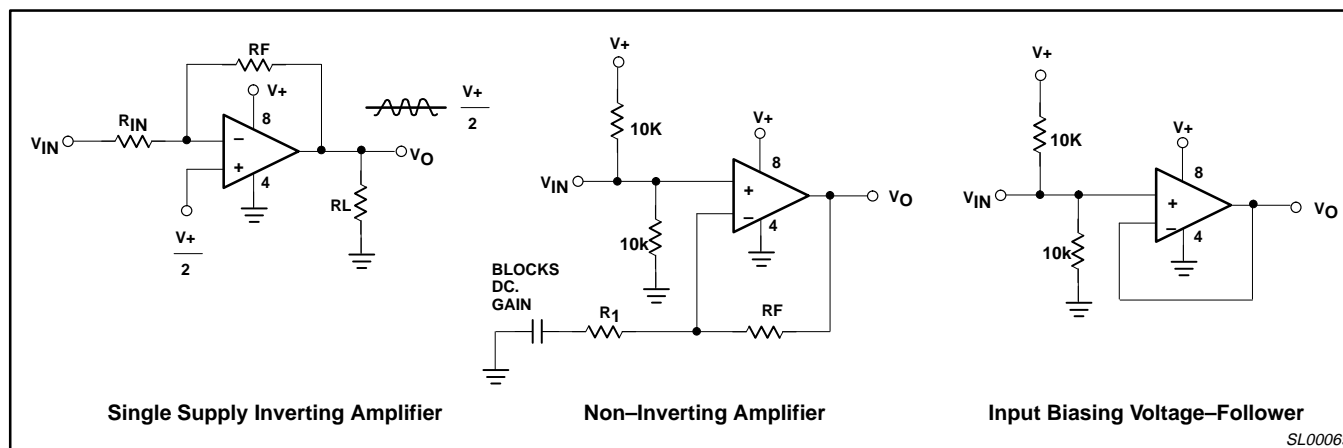
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Continued)



SL00068

Figure 4. Typical Performance Characteristics (cont.)

TYPICAL APPLICATIONS



SL00069

Figure 5. Typical Applications