

**POLITECNICO DI TORINO  
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**

**II Sessione 2017 - Sezione A  
Settore dell'Informazione**

**Prova PRATICA del 22 dicembre 2017**

*Il Candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.*

*Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara, ordinata, sintetica e leggibile.*

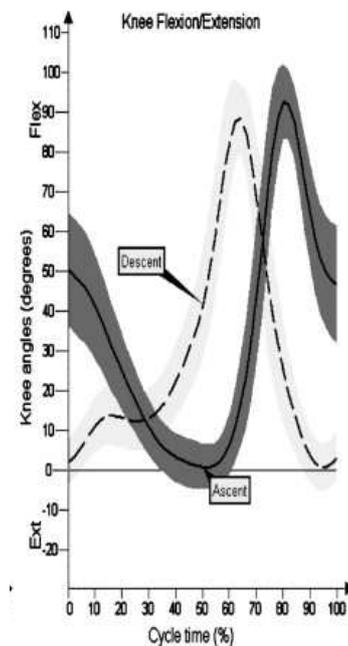
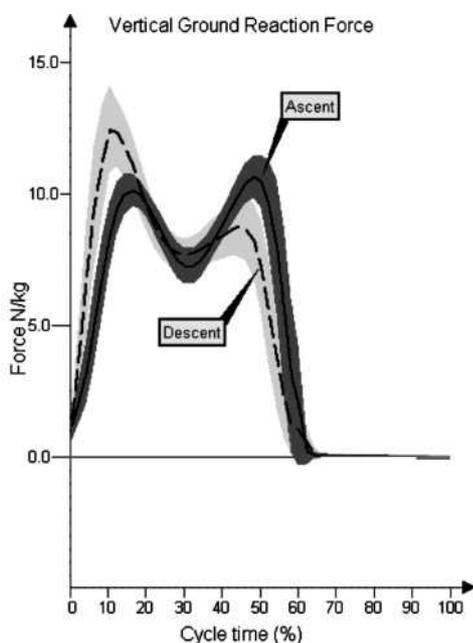
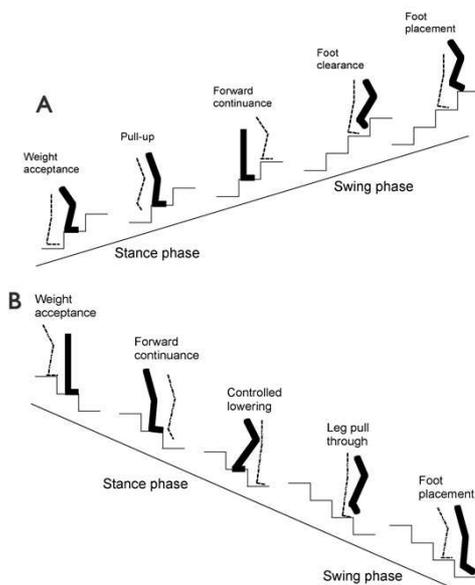
*La completezza, l'attinenza e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.*

## Tema n. 1

Il ginocchio umano è una articolazione indispensabile per rendere possibili i quotidiani movimenti che ci permettono ad esempio di sedere, di alzarci dal letto o da una sedia, di raccogliere qualcosa caduto per terra, di salire e scendere le scale.

Considerando un individuo con massa corporea pari a 70 kg, utilizzando i dati angolari e quelli riguardanti la componente verticale della reazione piede-terreno forniti (*Anastasia Protopapadaki, Wendy I.Drechsler, Mary C.Cramp, Fiona J.Coutts, Oona M.Scott. Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. Clinical Biomechanics Volume 22, Issue 2, 2007, 203-210*), ipotizzando i parametri anatomici/geometrici necessari e ipotizzando che la prevalente azione muscolare sia quella del quadricipite, tramite un modello semplificato:

- valutare numericamente l'entità e la direzione della forza alla quale è sottoposto il piatto tibiale quando l'individuo sale e scende le scale (considerare solo la fase in appoggio);
- discutere, dimostrandolo numericamente, come varia il carico articolare in funzione dei cicli di salita e discesa;
- illustrare con quali metodologie teoriche e sperimentali è possibile studiare il comportamento strutturale delle articolazioni umane.



## Tema n. 2

Si progetti un sistema automatico di irrigazione che apra una elettrovalvola per consentire il flusso dell'acqua qualora il terreno sia eccessivamente asciutto e la temperatura ambiente non sia troppo fredda. Nel dettaglio, il sistema deve operare secondo le seguenti specifiche:

- All'accensione o dopo il reset da parte dell'utente, il sistema attiva un contatore che mostra su due display a 7 segmenti i minuti trascorsi.
- Allo scadere di ogni ora, il sistema
  - Azzerà il conteggio dei minuti ed eventuali notifiche di errore presenti, iniziando nuovamente il conteggio.
  - Acquisisce per 64 secondi e con frequenza pari a 1 Hz il segnale proveniente da un sensore di umidità, confrontando il livello di tensione fornito dal sensore con una soglia impostata dall'utente tramite regolazione di una resistenza variabile. Se il livello di tensione è minore della soglia in almeno il 50% dei campioni acquisiti, allora il terreno è da considerarsi "asciutto".
  - Acquisisce (per la stessa durata e con la stessa frequenza) il segnale proveniente da un sensore di temperatura, confrontando il livello di tensione fornito dal sensore con una soglia impostata dall'utente tramite regolazione di una resistenza variabile. Se il livello di tensione è maggiore della soglia in almeno il 50% dei campioni acquisiti, allora la temperatura è da ritenersi sufficientemente "alta" da poter provvedere all'irrigazione senza rischi di congelamento.
  - Allo scadere del minuto, qualora il terreno sia risultato "asciutto" e la temperatura sia "alta", il sistema provvede ad aprire un'elettrovalvola, collegata al sistema di irrigazione. A valle dell'elettrovalvola è collegato un sensore di flusso, che genera impulsi elettrici in funzione della quantità di acqua che passa nel condotto. Il sistema deve
    - chiudere l'elettrovalvola quando è fluito il volume d'acqua richiesto dall'utente tramite regolazione di una resistenza variabile, oppure
    - nel caso in cui l'acqua non stia scorrendo nel condotto, generare un allarme sonoro che continuerà fino al reset manuale oppure allo scadere dei 60 minuti.

Il modulo di controllo può essere progettato, in alternativa,

- o usando componenti logici discreti, riportando il diagramma degli stati di una rete in grado di implementare le funzioni richieste,
- o con un microcontrollore a scelta, riportandone la programmazione completa nel linguaggio scelto e indicando i collegamenti circuitali richiesti per alimentazione e corretto funzionamento.

In entrambi i casi si descrivano con attenzione i collegamenti tra sensori e elettronica di controllo.

Infine, si progetti il modulo di alimentazione del sistema, che deve prelevare il segnale dalla rete elettrica (230V, 50Hz). In assenza di segnale di rete, il sistema deve rimanere attivo per almeno un giorno in condizioni di perfetta operatività.

Le scelte di progetto devono essere indirizzate al contenimento dei costi di produzione e dei consumi elettrici. Per le scelte di progetto lasciate libere e i dati non esplicitamente riportati nel testo si ricorra a ragionevoli e giustificate ipotesi.

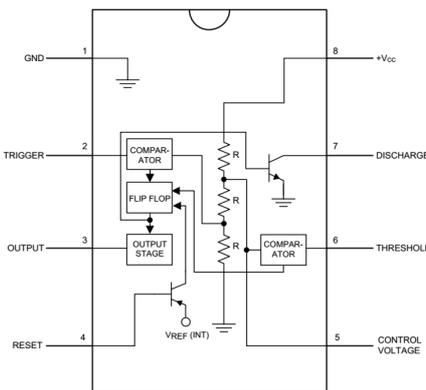
# LM555 Timer

## 1 Features

- Direct Replacement for SE555/NE555
- Timing from Microseconds through Hours
- Operates in Both Astable and Monostable Modes
- Adjustable Duty Cycle
- Output Can Source or Sink 200 mA
- Output and Supply TTL Compatible
- Temperature Stability Better than 0.005% per °C
- Normally On and Normally Off Output
- Available in 8-pin VSSOP Package

## 3 Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.



PIN NO	PIN NAME	I/O	DESCRIPTION
5	Control Voltage	I	Controls the threshold and trigger levels. It determines the pulse width of the output waveform. An external voltage applied to this pin can also be used to modulate the output waveform
7	Discharge	I	Open collector output which discharges a capacitor between intervals (in phase with output). It toggles the output from high to low when voltage reaches 2/3 of the supply voltage
1	GND	O	Ground reference voltage
3	Output	O	Output driven waveform
4	Reset	I	Negative pulse applied to this pin to disable or reset the timer. When not used for reset purposes, it should be connected to VCC to avoid false triggering
6	Threshold	I	Compares the voltage applied to the terminal with a reference voltage of 2/3 V <sub>CC</sub> . The amplitude of voltage applied to this terminal is responsible for the set state of the flip-flop
2	Trigger	I	Responsible for transition of the flip-flop from set to reset. The output of the timer depends on the amplitude of the external trigger pulse applied to this pin
8	V <sup>+</sup>	I	Supply voltage with respect to GND

If the circuit is connected as shown in Figure 14 (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through R<sub>A</sub> + R<sub>B</sub> and discharges through R<sub>B</sub>. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

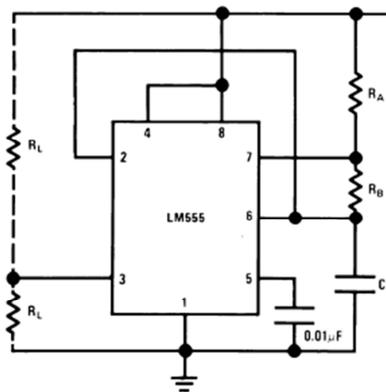


Figure 14. Astable Operation

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 16 may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:  $D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$

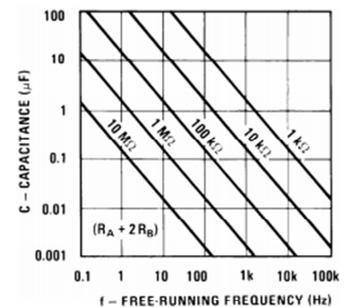


Figure 16. Free Running Frequency

## 6.5 Electrical Characteristics

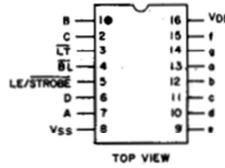
(T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 V to 15 V, unless otherwise specified)<sup>(1)(2)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	V <sub>CC</sub> = 5 V, R <sub>L</sub> = ∞		3	6	mA
	V <sub>CC</sub> = 15 V, R <sub>L</sub> = ∞ (Low State) <sup>(3)</sup>		10	15	
Output Voltage Drop (Low)	V <sub>CC</sub> = 15 V				
	I <sub>SINK</sub> = 10 mA		0.1	0.25	V
	I <sub>SINK</sub> = 50 mA		0.4	0.75	V
	I <sub>SINK</sub> = 100 mA		2	2.5	V
	I <sub>SINK</sub> = 200 mA		2.5		V
	V <sub>CC</sub> = 5 V				
	I <sub>SINK</sub> = 8 mA				V
I <sub>SINK</sub> = 5 mA		0.25	0.35	V	

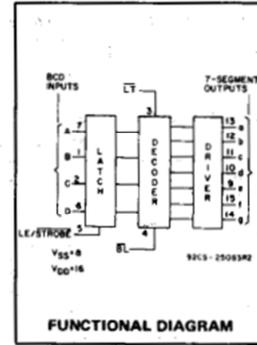
# CD4511B Types

## CMOS BCD-to-7-Segment Latch Decoder Drivers

High-Voltage Types (20-Volt Rating)



CD4511B  
TERMINAL ASSIGNMENT



FUNCTIONAL DIAGRAM

■ CD4511B types are BCD-to-7-segment latch decoder drivers constructed with CMOS logic and n-p-n bipolar transistor output devices on a single monolithic structure. These devices combine the low quiescent power dissipation and high noise immunity features of RCA CMOS with n-p-n bipolar output transistors capable of sourcing up to 25 mA. This capability allows the CD4511B types to drive LED's and other displays directly.

Lamp Test (LT), Blanking (BL), and Latch Enable or Strobe inputs are provided to test the display, shut off or intensity-modulate it, and store or strobe a BCD code, respectively. Several different signals may be multiplexed and displayed when external multiplexing circuitry is used.

The CD4511B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (NSR suffix), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

These devices are similar to the type MC14511.

**Features:**

- High-output-sourcing capability . . . . . up to 25 mA
- Input latches for BCD Code storage
- Lamp Test and Blanking capability
- 7-segment outputs blanked for BCD input codes > 1001
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Max. input current of 1  $\mu$ A at 18 V, over full package-temperature range, 100 nA at 18 V and 25°C
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings

**Applications:**

- Driving common-cathode LED displays
- Multiplexing with common-cathode LED displays
- Driving incandescent displays
- Driving low-voltage fluorescent displays

**MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:**

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V <sub>DD</sub> )	.....	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V <sub>SS</sub> Terminal)		
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	.....	-0.5V to V <sub>DD</sub> +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	.....	$\pm$ 10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P <sub>D</sub> ):		
For T <sub>A</sub> = -55°C to +100°C	.....	500mW
For T <sub>A</sub> = +100°C to +125°C	.....	Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR		
FOR T <sub>A</sub> = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	.....	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T <sub>A</sub> )	.....	-55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T <sub>stg</sub> )	.....	-65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):		
At distance 1/16 $\pm$ 1/32 inch (1.59 $\pm$ 0.79mm) from case for 10s max	.....	+265°C

# CD4011B, CD4012B, CD4023B Types

## CMOS NAND GATES

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

Quad 2 Input - CD4011B  
Dual 4 Input - CD4012B  
Triple 3 Input - CD4023B

■ CD4011B, CD4012B, and CD4023B NAND gates provide the system designer with direct implementation of the NAND function and supplement the existing family of CMOS gates. All inputs and outputs are buffered.

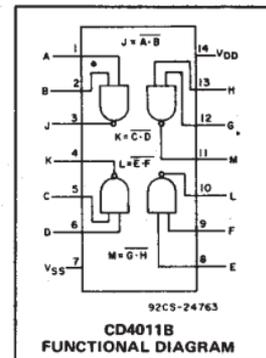
The CD4011B, CD4012B, and CD4023B types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 14-lead small-outline packages (M, MT, M96, and NSR suffixes), and 14-lead thin shrink small-outline packages (PWR suffix). The CD4011B and CD4023B types also are supplied in 14-lead thin shrink small-outline packages (PW suffix).

**Features:**

- Propagation delay time = 60 ns (typ.) at C<sub>L</sub> = 50 pF, V<sub>DD</sub> = 10 V
- Buffered inputs and outputs
- Standardized symmetrical output characteristics
- Maximum input current of 1  $\mu$ A at 18 V over full package temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Noise margin (over full package temperature range):

1 V at V<sub>DD</sub> = 5 V  
2 V at V<sub>DD</sub> = 10 V  
2.5 V at V<sub>DD</sub> = 15 V

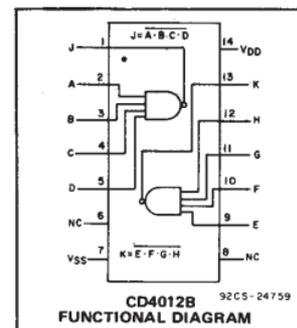
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of "B" Series CMOS Devices"



CD4011B  
FUNCTIONAL DIAGRAM

**MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:**

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V <sub>DD</sub> )	.....	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V <sub>SS</sub> Terminal)		
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	.....	-0.5V to V <sub>DD</sub> +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	.....	$\pm$ 10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P <sub>D</sub> ):		
For T <sub>A</sub> = -55°C to +100°C	.....	500mW
For T <sub>A</sub> = +100°C to +125°C	.....	Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR		
FOR T <sub>A</sub> = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	.....	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T <sub>A</sub> )	.....	-55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T <sub>stg</sub> )	.....	-65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):		
At distance 1/16 $\pm$ 1/32 inch (1.59 $\pm$ 0.79mm) from case for 10s max	.....	+265°C

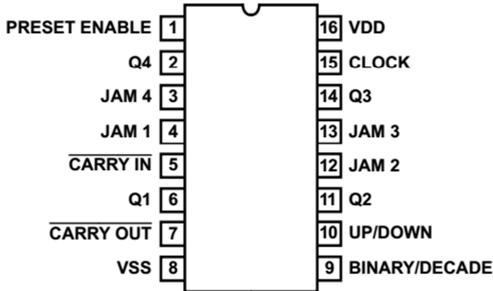


CD4012B  
FUNCTIONAL DIAGRAM

# intersil CD4029BMS

# CMOS Presettable Up/Down Counter

- High-Voltage Type (20V Rating)
- Medium Speed Operation: 8MHz (Typ.) at CL = 50pF and VDD - VSS = 10V
- "Preset Enable" and Individual "Jam" Inputs Provided
- Binary or Decade Up/Down Counting
- BCD Outputs in Decade Mode
- Maximum Input Current of 1µA at 18V Over Full Package-Temperature Range; 100nA at 18V and +25°C
- Noise Margin (Over Full Package Temperature Range):
  - 1V at VDD = 5V
  - 2V at VDD = 10V
  - 2.5V at VDD = 15V



### Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage Range, (VDD) ..... -0.5V to +20V  
 (Voltage Referenced to VSS Terminals)  
 Input Voltage Range, All Inputs ..... -0.5V to VDD +0.5V  
 DC Input Current, Any One Input ..... ±10mA

CD4029BMS consists of a four-stage binary or BCD-decade up/down counter with provisions for look-ahead carry in both counting modes. The inputs consist of a single CLOCK, CARRY-IN (CLOCK ENABLE), BINARY/DECADE, UP/DOWN, PRESET ENABLE, and four individual JAM signals. Q1, Q2, Q3, Q4 and a CARRY OUT signal are provided as outputs.

A high PRESET ENABLE signal allows information on the JAM INPUTS to preset the counter to any state asynchronously with the clock. A low on each JAM line, when the PRESET-ENABLE signal is high, resets the counter to its zero count. The counter is advanced one count at the positive transition of the clock when the CARRY-IN and PRE-SET ENABLE signals are low. Advancement is inhibited when the CARRY-IN or PRESET ENABLE signals are high. The CARRY-OUT signal is normally high and goes low when the counter reaches its maximum count in the UP mode or the minimum count in the DOWN mode provided the CARRY-IN signal is low. The CARRY-IN signal in the low state can thus be considered a CLOCK ENABLE. The CARRY-IN terminal must be connected to VSS when not in use.

Binary counting is accomplished when the BINARY/DECADE input is high; the counter counts in the decade mode when the BINARY/DECADE input is low. The counter counts up when the UP/DOWN input is high, and down when the UP/DOWN input is low. Multiple packages can be connected in either a parallel-clocking or a ripple-clocking arrangement as shown in Figure 17.

Parallel clocking provides synchronous control and hence faster response from all counting outputs. Ripple-clocking allows for longer clock input rise and fall times.

## Piezoelectric Sound Components



Externally driven piezoelectric sounders are used in digital watches, electronic calculators, telephones and other equipment. They are driven by a signal (ex, 2048Hz or 4096Hz) from an LSI and provide melodious sound.

### ■ Features

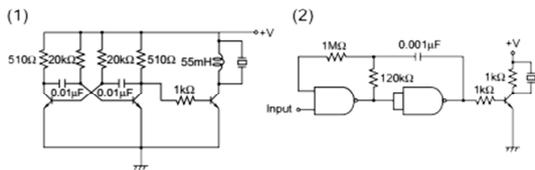
1. Low power consumption.
2. No contacts therefore, no noise and highly reliable.

### ■ Applications

- Telephone ringers.
- Various office equipment such as PPCs, printers and keyboards.
- Various home appliances such as microwave ovens.
- Confirmation sound of various audio equipment.

The following are examples of externally driven circuits.

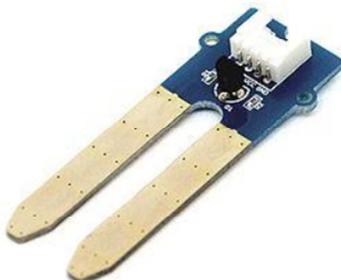
- (1) Unstable multi-vibrator using Tr.
- (2) Circuits using inverters or NAND gates.



Part Number	Operating Voltage Range (Vp-p)	Capacitance (nF)	Operating Temp. Range	Storage Temp. Range
PKM13EPY-4002-B0	25 max.	5.5 ±30% [1kHz]	-20 to +70°C	-30 to +80°C



This Moisture Sensor can be used to detect the moisture of soil or judge if there is water around the sensor, let the plants in your garden reach out for human help. They can be very easy to use, just insert it into the soil and then read it. With the help of this sensor, it will be realizable to make the plant remind you : hey, i am thirsty now, please give me some water.



Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Voltage	-	3.3	/	5	V
Current	-	0	/	35	mA
Output Value	Sensor in dry soil	0	~	1.5	V
	Sensor in humid soil	0.9	~	3.5	V
	Sensor in water	3.5	~	4.75	V



# TMP35/TMP36/TMP37

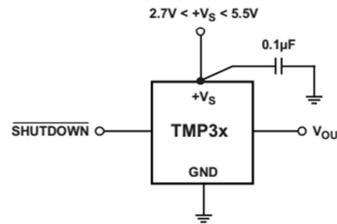
## Low Voltage Temperature Sensors

### FEATURES

- Low voltage operation (2.7 V to 5.5 V)
- Calibrated directly in °C
- 10 mV/°C scale factor (20 mV/°C on TMP37)
- ±2°C accuracy over temperature (typ)
- ±0.5°C linearity (typ)
- Stable with large capacitive loads
- Specified -40°C to +125°C, operation to +150°C
- Less than 50 µA quiescent current
- Shutdown current 0.5 µA max

The TMP35/TMP36/TMP37 are low voltage, precision centigrade temperature sensors. They provide a voltage output that is linearly proportional to the Celsius (centigrade) temperature. The TMP35/TMP36/TMP37 do not require any external calibration to provide typical accuracies of ±1°C at +25°C and ±2°C over the -40°C to +125°C temperature range. The TMP35 is functionally compatible with the LM35/LM45 and provides a 250 mV output at 25°C. The TMP35 reads temperatures from 10°C to 125°C. The TMP36 is specified from -40°C to +125°C, provides a 750 mV output at 25°C, and operates to 125°C from a single 2.7 V supply. The TMP36 is functionally compatible with the LM50. Both the TMP35 and TMP36 have an output scale factor of 10 mV/°C. The TMP37 is intended for applications over the range of 5°C to 100°C and provides an output scale factor of 20 mV/°C.

### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



### PIN CONFIGURATIONS

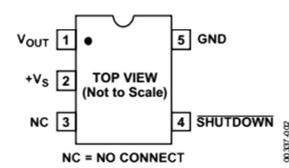


Figure 2. RJ-5 (SOT-23)

Sensor	Offset Voltage (V)	Output Voltage Scaling (mV/°C)	Output Voltage at 25°C (mV)
TMP35	0	10	250
TMP36	0.5	10	750
TMP37	0	20	500

All TMP35/TMP36/TMP37 devices include a shutdown capability, which reduces the power supply drain to less than 0.5 µA maximum. A logic low, or zero-volt condition, on the SHUTDOWN pin is required to turn off the output stage. During shutdown, the output of the temperature sensors becomes high impedance where the potential of the output pin is then determined by external circuitry. If the shutdown feature is not used, it is recommended that the SHUTDOWN pin be connected to +Vs.



### Segment Single Digit LED Display Common Anode 0.36 Inch (9.14mm)

Absolute Maximum Rating (Ta = 25°C)

PARAMETER	RED	AMBER	GREEN	BLUE	WHITE	UNITS
DC Forward Current Per Segment	30	30	25	30	20	mA
Peak Current Per Segment <sup>(1)</sup>	70	50	50	25	25	mA
Avg. Forward Current (Pulse Operation) Per Segment	30	30	25	25	25	mA
Derating Linear From 25°C Per Segment	0.3					mA/°C
Reverse Voltage <sup>(2)</sup>	3					V
Operating Temperature	-25 to +85					°C
Storage Temperature	-30 to +85					°C

### ZE-4F180 Water Solenoid Valve

- Input Supply: +12VDC
- Rated Power: 5W
- Material: Plastic
- Flow Characteristics: 1.5L/min, 20L/min
- Water Pressure: 0.02 to 0.8MPa
- Port size: G1/2 inches
- Fluid Temperature: 0 ~ 100 deg Cm
- Normally Closed
- For water or low viscosity fluids control



### YF-S201 Water Flow Sensor



- Model: YF-S201
- Working Voltage: 5 to 18V DC (min tested working voltage 4.5V)
- Max current draw: 15mA @ 5V
- Output Type: 5V TTL
- Working Flow Rate: 1 to 30 Liters/Minute
- Working Temperature range: -25 to +80°
- Working Humidity Range: 35%-80% RH
- Accuracy: ±10%
- Maximum water pressure: 2.0 MPa
- Output duty cycle: 50% ±10%
- Output rise time: 0.04us
- Output fall time: 0.18us
- Flow rate pulse characteristics: Frequency (Hz) = 7.5 \* Flow rate (L/min)
- Pulses per Liter: 450
- Durability: minimum 300,000 cycles
- Cable length: 15cm
- 1/2" nominal pipe connections, 0.78" outer diameter, 1/2" of thread
- Size: 2.5" x 1.4" x 1.4"

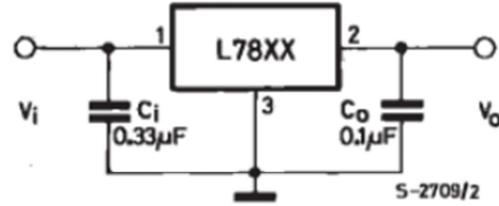
Measure liquid/water flow for your solar, water conservation systems, storage tanks, water recycling home applications, irrigation systems and much more. The sensors are solidly constructed and provide a digital pulse each time an amount of water passes through the pipe. The output can easily be connected to a microcontroller for monitoring water usage and calculating the amount of water remaining in a tank etc.



# POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

# L7800 SERIES

- OUTPUT CURRENT UP TO 1.5 A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION



### DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220 ISOWATT220 TO-3 and D<sup>2</sup>PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation.

Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  $V_i = 10V$ ,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$  µF,  $C_o = 0.1$  µF unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	4.8	5	5.2	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 8$ to 20 V	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 7$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 8$ to 12 V $T_j = 25$ °C		3 1	50 25	mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 25	mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA

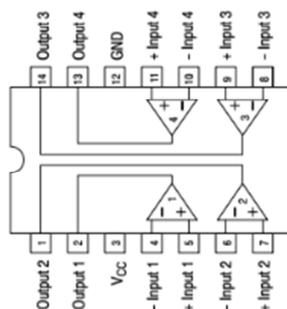
**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7812** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  $V_i = 19V$ ,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$  µF,  $C_o = 0.1$  µF unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	11.5	12	12.5	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 15.5$ to 27 V	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 14.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 16$ to 22 V $T_j = 25$ °C			120 60	mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 60	mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA

## LM339 Single Supply Quad Comparators

These comparators are designed for use in level detection, sensing and memory applications in consumer, automotive industrial electronic applications.

- Single Supply Operation: 3.0 V to 36 V
- Split Supply Operation:  $\pm 1.5$  V to  $\pm 18$  V
- Low Input Bias Current: 25 nA (Typ)
- Low Input Offset Current:  $\pm 5.0$  nA (Typ)
- Low Input Offset Voltage
- Input Common Mode Voltage Range to GND
- Low Output Saturation Voltage
- TTL and CMOS Compatible



Characteristic	Symbol	LM239/339/339E			Unit
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage (Note 3)	$V_{IO}$	-	$\pm 2.0$	$\pm 5.0$	mVdc
Input Bias Current (Notes 3, 4) (Output in Analog Range)	$I_{IB}$	-	25	250	nA
Input Offset Current (Note 3)	$I_{IO}$	-	$\pm 5.0$	$\pm 50$	nA
Input Common Mode Voltage Range	$V_{ICMR}$	0	-	$V_{CC}$ -1.5	V
Supply Current $R_L = \infty$ (For All Comparators) $R_L = \infty, V_{CC} = 30$ Vdc	$I_{CC}$	-	0.8 1.0	2.0 2.5	mA
Voltage Gain $R_L \geq 15$ k $\Omega, V_{CC} = 15$ Vdc	$A_{VOL}$	50	200	-	V/mV

### Tema n. 3

Si dimensionino un laser a semiconduttore edge emitting di tipo Distributed Bragg Reflector (DBR) con emissione singolo modo alla lunghezza d'onda di 1550nm.

In particolare, sapendo che il processo costruttivo permette di realizzare reticoli di Bragg con coefficiente di accoppiamento massimo pari a  $25\text{cm}^{-1}$ , si determini la lunghezza del reticolo per avere un coefficiente di riflessione in potenza pari al 90%. Si assuma guidaggio di indice per tutta la struttura.

In seguito, si dimensionino le lunghezze delle sezioni attiva e passiva, al fine di ottenere un Free Spectral Range di 40 GHz ed una soglia di 5mA.

Al fine di validare il progetto, si vuole scrivere un codice di simulazione che implementi il metodo Time Domain Traveling Wave in una dimensione. Partendo dalla formulazione del metodo brevemente riassunta in Appendice 1, il candidato scriva, nel linguaggio di programmazione che ritiene maggiormente adatto per questa applicazione, un codice in grado di simulare e validare il dispositivo progettato.

Tabella 1: parametri del materiale GaInAsP/InP con emissione a 1550nm

Simbolo	Descrizione	Valore
d	Spessore di ogni strato QW	80 Å
n	Numero di strati QW	5
$\Gamma_y$	Fattore di confinamento in direzione della crescita dei QW (direzione y)	0.1
$\Gamma_x$	Fattore di confinamento in direzione laterale (direzione x)	0.9
$\alpha_i$	Perdite del materiale (in campo)	$2.5\text{ cm}^{-1}$
$\eta_i$	Efficienza di iniezione	0.9
a	Guadagno del materiale (in campo)	$2.5 \cdot 10^{16}\text{ cm}^2$
$N_0$	Densità di portatori alla trasparenza	$1.5 \cdot 10^{18}\text{ cm}^{-3}$
B	Coefficiente di ricombinazione bimolecolare	$2 \cdot 10^{-10}\text{ cm}^3/\text{s}$
C	Coefficiente di ricombinazione Auger	$3.5 \cdot 10^{-30}\text{ cm}^6/\text{s}$
n	Indice di rifrazione efficace	3.4
R0	Riflettività terminale dal lato attivo	0.32

Per le scelte di progetto lasciate libere e i dati non esplicitamente riportati nel testo si ricorra a ragionevoli e giustificate ipotesi.

## Appendice 1

Si considerino le componenti lentamente variabili associate al campo elettrico progressivo (forward)  $E_f(z, t)$  e regressivo (backward)  $E_b(z, t)$  in una cavità Fabry-Perot. L'evoluzione spazio-temporale di tali componenti è descritta dal sistema di due equazioni differenziali accoppiate

$$\begin{cases} \left[ \frac{\partial}{\partial z} + \frac{1}{v_g} \frac{\partial}{\partial t} \right] E_f = \left\{ \frac{\Gamma g(N) - \alpha}{2} - j \frac{\omega_0}{c} [n_{eff}(N) - n_{eff,0}] \right\} E_b - j\kappa E_b \\ \left[ \frac{\partial}{\partial z} - \frac{1}{v_g} \frac{\partial}{\partial t} \right] E_b = \left\{ \frac{\Gamma g(N) - \alpha}{2} + j \frac{\omega_0}{c} [n_{eff}(N) - n_{eff,0}] \right\} E_b + j\kappa E_f \end{cases} \quad (1)$$

dove  $v_g$  è la velocità di gruppo,  $\Gamma = \Gamma_x \Gamma_y$  è il fattore di confinamento trasversale,  $\alpha$  rappresenta le perdite (in campo) del materiale,  $n_{eff}$  è l'indice di rifrazione efficace,  $\omega_0$  è la pulsazione di riferimento,  $c$  è la velocità della luce nel vuoto,  $\kappa$  è il coefficiente di accoppiamento del reticolo.

In  $z = 0$  and  $z = L$  si impongono le condizioni al contorno

$$E_f(t; 0) = \sqrt{R_0} E_b(t; 0) \quad E_b(t; L) = \sqrt{R_L} E_f(t; L) \quad (2)$$

con  $R_0$  e  $R_L$  riflettività in  $z = 0$  e  $z = L$ . Si noti come, nel caso del laser DBR considerato,  $R_L = 0$ .

In (1), il guadagno  $g(N)$  dipende dalla densità dei portatori  $N(z, t)$  data dalla soluzione dell'equazione differenziale nel tempo

$$\frac{dN(z; t)}{dt} = \eta_i \frac{I}{qV} - AN - BN^2 - CN^3 - v_g g(N) S(z; t) \quad (3)$$

con  $I(z, t)$  corrente iniettata,  $\eta_i$  efficienza di iniezione,  $q$  carica dell'elettrone,  $V$  volume della regione attiva,  $A, B, C$  coefficienti di ricombinazione,  $S$  densità dei fotoni la quale, con le normalizzazioni qui utilizzate, è pari a  $|E_f|^2 + |E_b|^2$ .

Il guadagno  $g(N)$  viene allora calcolato come  $g = a(N - N_{tr})$  con  $a$  guadagno differenziale e  $N_{tr}$  densità di portatori alla trasparenza.

Al fine di procedere con la soluzione numerica delle equazioni (1) e (3), si utilizza il metodo split-step: per ogni passo temporale, prima viene risolto il problema propagativo

$$\begin{cases} \left[ \frac{\partial}{\partial z} + \frac{1}{v_g} \frac{\partial}{\partial t} \right] E_f = \left\{ \frac{\Gamma g(N) - \alpha}{2} - j \frac{\omega_0}{c} [n_{eff}(N) - n_{eff,0}] \right\} E_b \\ \left[ \frac{\partial}{\partial z} - \frac{1}{v_g} \frac{\partial}{\partial t} \right] E_b = \left\{ \frac{\Gamma g(N) - \alpha}{2} + j \frac{\omega_0}{c} [n_{eff}(N) - n_{eff,0}] \right\} E_b \end{cases} \quad (4)$$

mentre l'accoppiamento dovuto al reticolo di Bragg tra i campi progressivi e regressivi è introdotto successivamente:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial z} E_f = -j\kappa E_b \\ \frac{\partial}{\partial z} E_b = +j\kappa E_f \end{cases} \quad (5)$$

Considerando un generico passo temporale  $\Delta t$  e un passo spaziale  $\Delta z = v_g \Delta t$ , indicando ogni fetta longitudinale con indice  $km = z/\Delta z$  da 0 a  $kM$ , al tempo  $kt + 1$ :

- Si calcola il in ogni fetta il guadagno  $g(km)$  con i valori di portatori e fotoni del passo precedente  $kt$
- Si calcola la nuova densità di portatori  $N(kz; kt + 1)$  in ogni fetta:

$$\begin{aligned} \Delta N &= \eta_i I(kz; kt + 1)/qV - AN(kz; kt) - BN(kz; kt)^2 - CN(kz; kt)^3 - v_g g(kz) S(kz) \\ N(kz; kt + 1) &= N(kz; kt) + \Delta t \Delta N \end{aligned}$$

- Noti  $G = (\Gamma g(kz) - \alpha)/2$  e  $\delta = \omega_0/c(n_{eff} - n_{eff,0})$  si calcolano i valori temporanei dei campi  $\tilde{E}_f$  e  $\tilde{E}_b$

$$\begin{aligned}\tilde{E}_f(kz + 1) &= e^{(-j\delta + G)\Delta z} E_f(kz; kt) + E_{sp}(kz) \\ \tilde{E}_b(kz) &= e^{(-j\delta + G)\Delta z} E_b(kz + 1; kt) + E_{sp}(kz)\end{aligned}$$

- Si aggiornano i campi  $E_f(kz, kt + 1)$  e  $E_b(kz, kt + 1)$ :

$$\begin{aligned}E_f(kz + 1, kt + 1) &= \frac{1 - A}{1 + A} \tilde{E}_f(kz + 1) + \frac{jB}{1 + A} \tilde{E}_b(kz) \\ E_b(kz, kt + 1) &= \frac{jB^*}{1 + A} \tilde{E}_f(kz + 1) + \frac{1 - A}{1 + A} \tilde{E}_b(kz)\end{aligned}$$

con  $A = (|\kappa|\Delta z)^2/4$  and  $B = \kappa\Delta z$

- Si tiene conto delle condizioni al contorno in  $z = 0$  e  $z = L$

$$E_f(0, kt + 1) = \sqrt{R_0} E_b(0, kt + 1) \quad E_b(kM, kt + 1) = \sqrt{R_L} E_f(kM, kt + 1)$$

- Infine si calcola  $S(kz; kt + 1) = |E_f(kz; kt + 1)|^2 + |E_b(kz; kt + 1)|^2$

Tale sequenza di operazioni ripetuta sino alla fine dell'integrazione nel tempo, ossia finché  $kt \leq T_{end}/dt$ , con  $T_{end}$  durata della simulazione decisa dall'utente.

#### Tema n. 4

Un'azienda del settore logistica ha deciso di re-ingegnerizzare il proprio sistema di gestione delle consegne e dei prelievi (pick up presso i domicili dei clienti) intervenendo su strumenti, processi e dati associati. La responsabilità del progetto viene affidata ad un Ingegnere dell'Informazione.

In questa luce si chiede al candidato di impersonarsi nel ruolo dell'Ingegnere incaricato e impostare il sistema informativo per la gestione ottimale dei colli presso i magazzini delle filiali / terminal; agli Ingegneri con laurea quinquennale è additionally richiesto di impostare la raccolta e monitoraggio dei dati raccolti per garantire, anche in assenza del supporto cartaceo, la affidabilità dei processi logistici.

Specifiche del sistema:

- dispositivi 'laser scanner' dei codici a barre in dotazione ai Corrieri;
- comunicazione Wi-Fi tra la filiale ed il laser scanner
- comunicazione GPS / UMTS / CDMA durante la consegna ed il ritiro dei colli

Requisiti del sistema:

- Facilità di esercizio e di uso per i Corrieri e per i Destinatari
- Affidabilità e sicurezza del sistema
- Robustezza dei processi senza perdita dei dati e senza difficoltà di tracciabilità
- Diminuzione di dati errati, di errori nella fatturazione e di impossibilità di avvisare il cliente

Si richiede al candidato:

- esprimere e motivare ipotesi addizionali su specifiche e caratteristiche del sistema che il candidato ritenga utili per soddisfare i requisiti generali espressi; illustrare eventuali alternative disponibili, motivando le scelte effettuate;
- elencare e dettagliare le funzionalità del sistema ed i principali processi;
- definire e descrivere sinteticamente i macro-blocchi del sistema informativo e di telecomunicazione nelle diverse parti terminal, filiale, magazzino e sul territorio; motivare le scelte effettuate;
- prevedere e descrivere le modalità di scambio dei dati presso le filiali e di ricarica delle batterie dei laser scanner; individuare eventuali alternative, motivando le scelte effettuate;
- illustrare come i laser scanner sono in grado di comunicare via Bluetooth / Wi-Fi e via porta-laser / basetta con altri eventuali dispositivi: stampanti, postazioni PC in filiale;
- descrivere il processo della presa in carico dei colli in filiale da parte del Corriere via Wi-Fi;
- descrivere il processo proposto di raccolta della firma elettronica del destinatario durante il processo di consegna;
- individuare e descrivere sinteticamente alcuni strumenti che assicurino la sicurezza informatica del sistema;
- definire un'applicazione ad uso della società logistica e dei clienti per la ricerca e visualizzazione delle informazioni archiviate nella base dati relativamente allo stato delle consegne.