

บทที่ 1

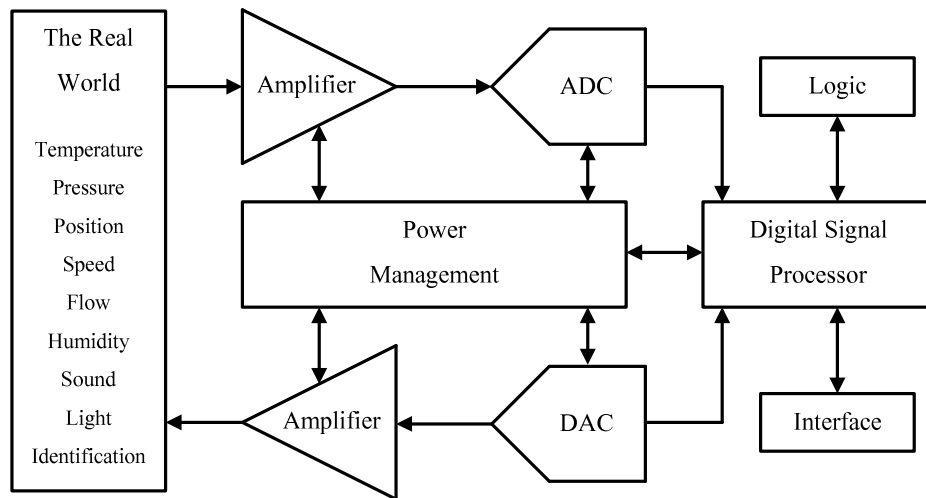
ระบบและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

(Electronic circuits and system)

1.1 บทนำ

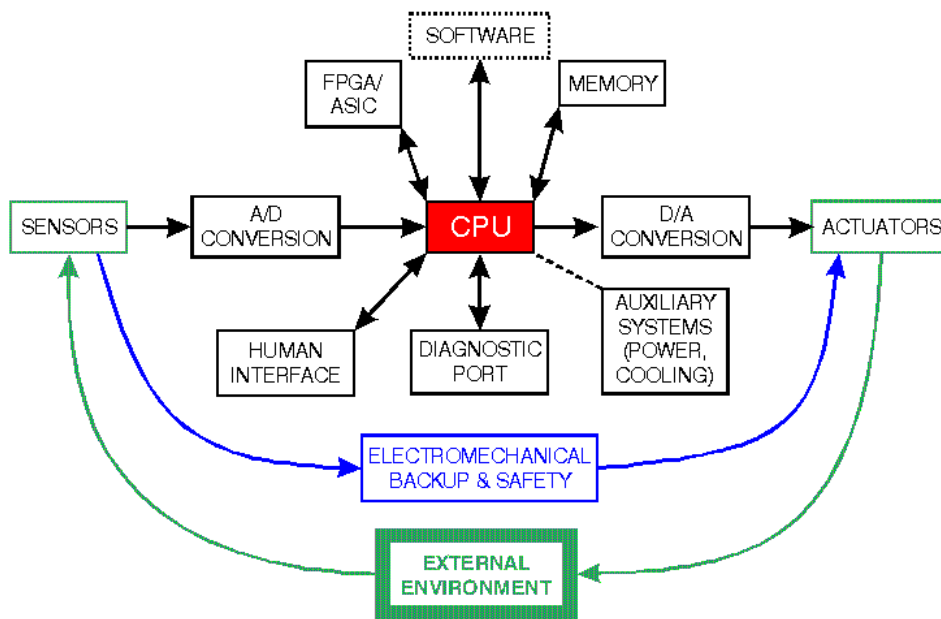
ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ระบบและวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากในชีวิตประจำวันของเราต้องใช้อุปกรณ์ทั้งที่มีลักษณะแบบพกพาได้ (Portable) เช่น โทรศัพท์มือถือ, Ipad, Iphone, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และอุปกรณ์อื่น ๆ และอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่สามารถพกพาได้ เช่น โทรทัศน์, วิทยุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

รูปที่ 1.1 แสดงไดอะแกรมของระบบตรวจวัดซึ่งใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ, ความดัน, ความเร็ว ฯ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดจะเปลี่ยนลักษณะการตรวจวัดในรูปแบบต่าง ๆ ให้เป็นแรงดันหรือกระแสเพื่อส่งออกไปเข้าสู่ระบบประมวลผลและแสดงผลแบบดิจิทัล



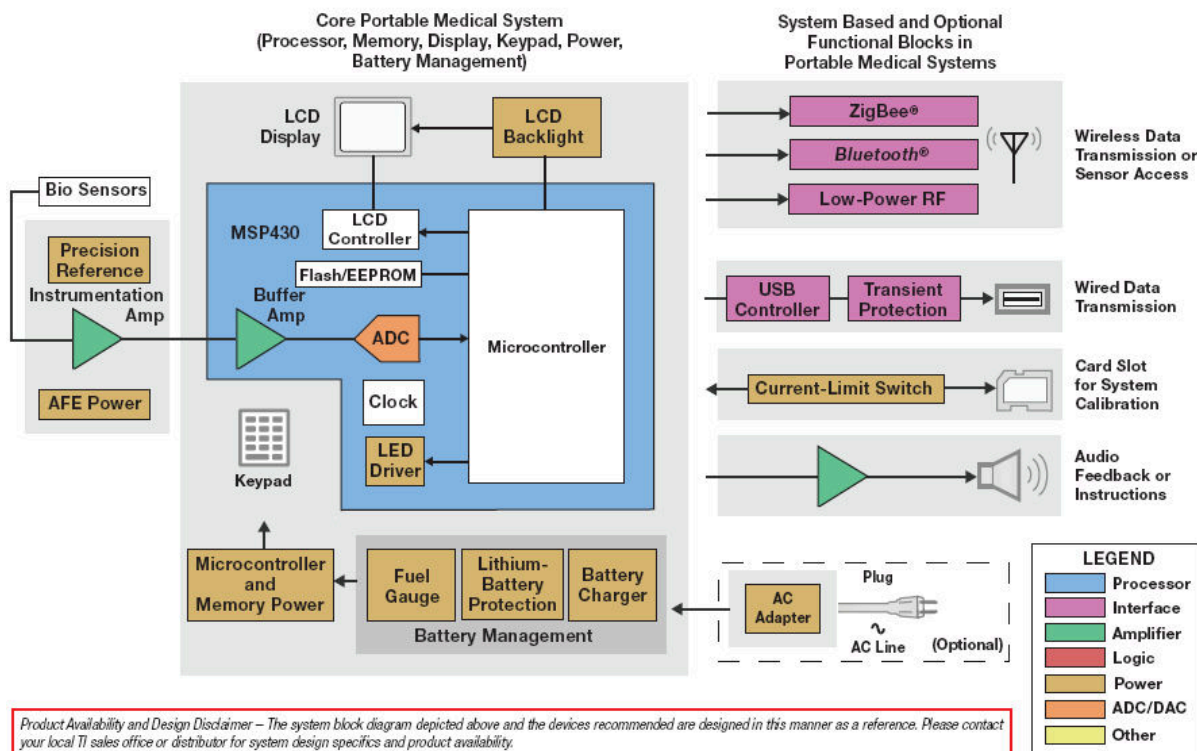
รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบตรวจวัดและแสดงผลแบบดิจิทัล

รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้ CPU ประมวลผลการทำงาน ซึ่งระบบสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รอบข้างหรืออุปกรณ์ตรวจวัดได้หลายตัว



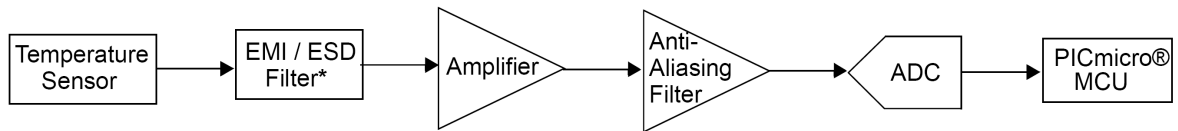
รูปที่ 1.2 ตัวอย่างระบบสมองกลฝังตัว

รูปที่ 1.3 แสดงระบบของเครื่องมือวัดและประมวลผลแบบพกพาทางการแพทย์ประกอบด้วย



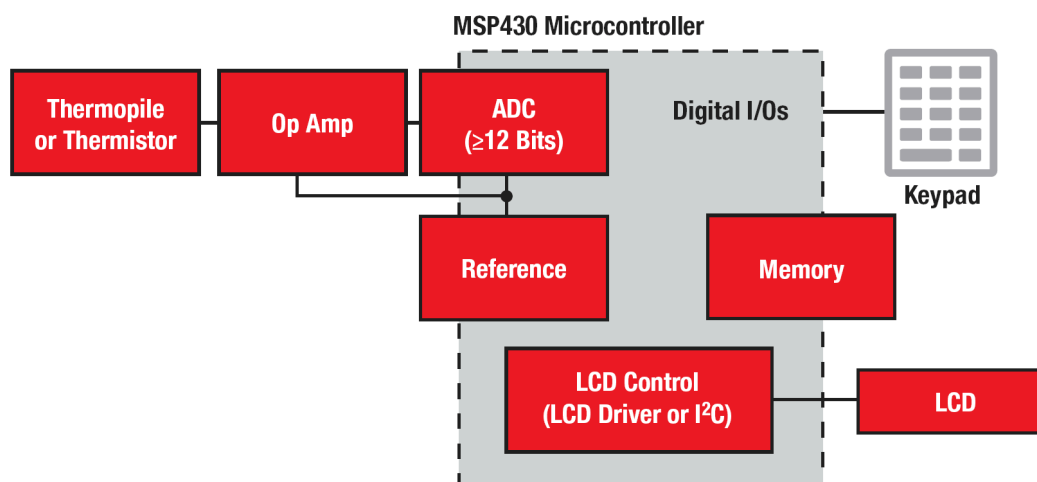
รูปที่ 1.3 ระบบของเครื่องมือวัดและประมวลผลแบบพกพาทางการแพทย์

รูปที่ 1.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบตรวจวัดและแสดงผลของการตรวจจับอุณหภูมิซึ่งระบบทำการรับค่าแรงดันมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิมาทำการขยายแล้วแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลเพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ประมวลผลต่อ



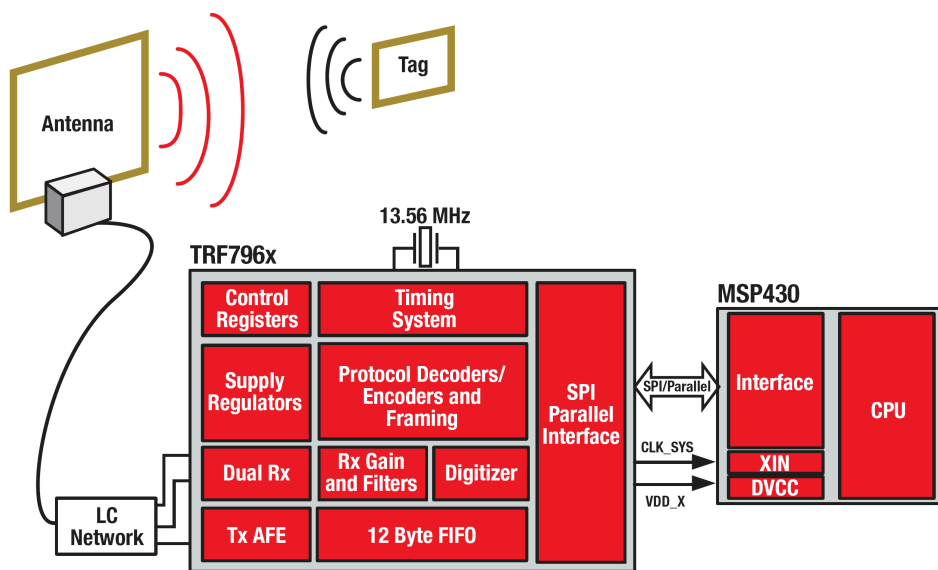
รูปที่ 1.4 บล็อกไดอะแกรมของระบบตรวจวัดและแสดงผลของการตรวจจับอุณหภูมิ

รูปที่ 1.5 แสดงระบบวัดอุณหภูมิประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MSP430 ประกอบด้วยเทอร์โมคัปเปิลหรือเทอร์มิสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิ ต่อกับวงจรขยาย (Op amp) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MSP430 แล้วแสดงผลบนจอ LCD ซึ่งวงจรสามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้จากคีย์แพด



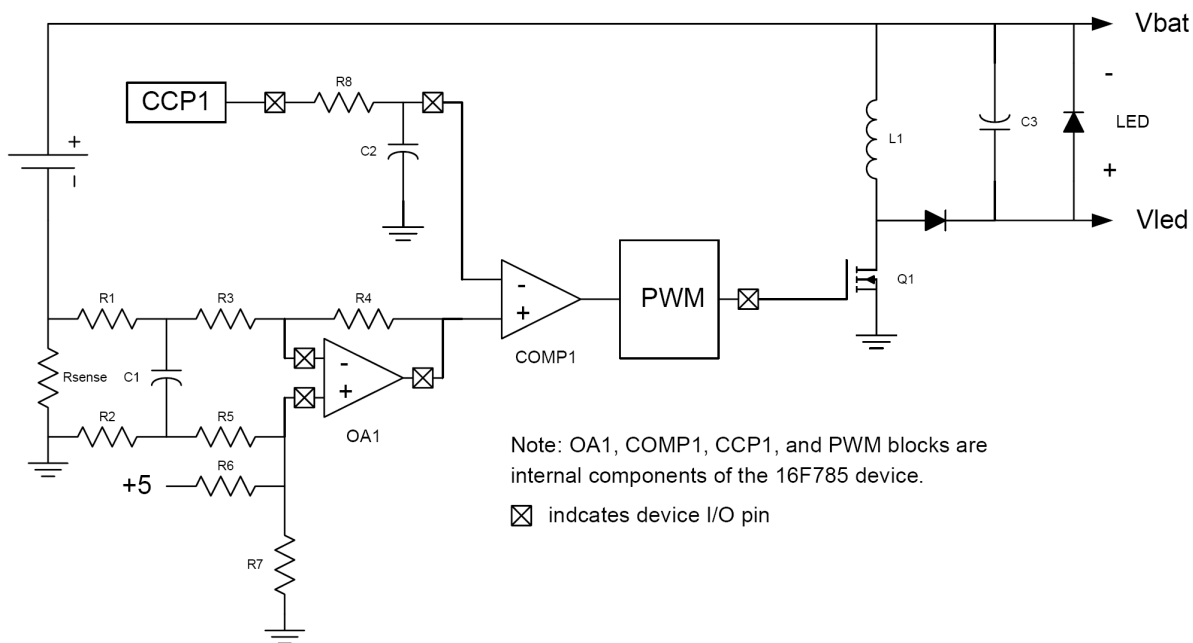
รูปที่ 1.5 ระบบวัดอุณหภูมิประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MSP430

รูปที่ 1.6 แสดงระบบ RFID ซึ่งใช้ความถี่ 13.56 MHz ใช้หัวอ่าน tag รุ่น TRF796x และมีการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MSP430



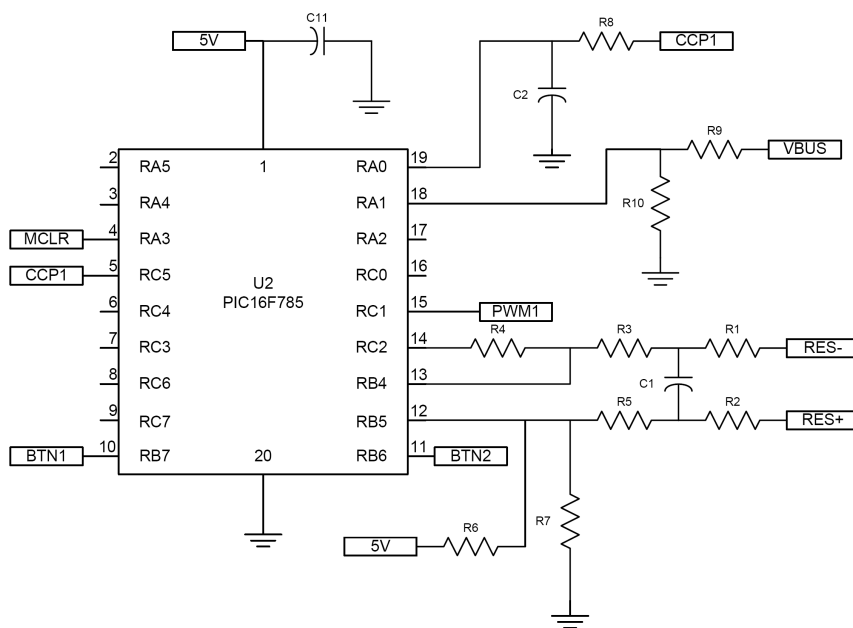
รูปที่ 1.6 ระบบ RFID ซึ่งใช้ความถี่ 13.56 MHz

รูปที่ 1.7 แสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบสวิตชิ่งซึ่งมีชุดกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อให้ออสเฟตทำงานลักษณะสวิตซ์



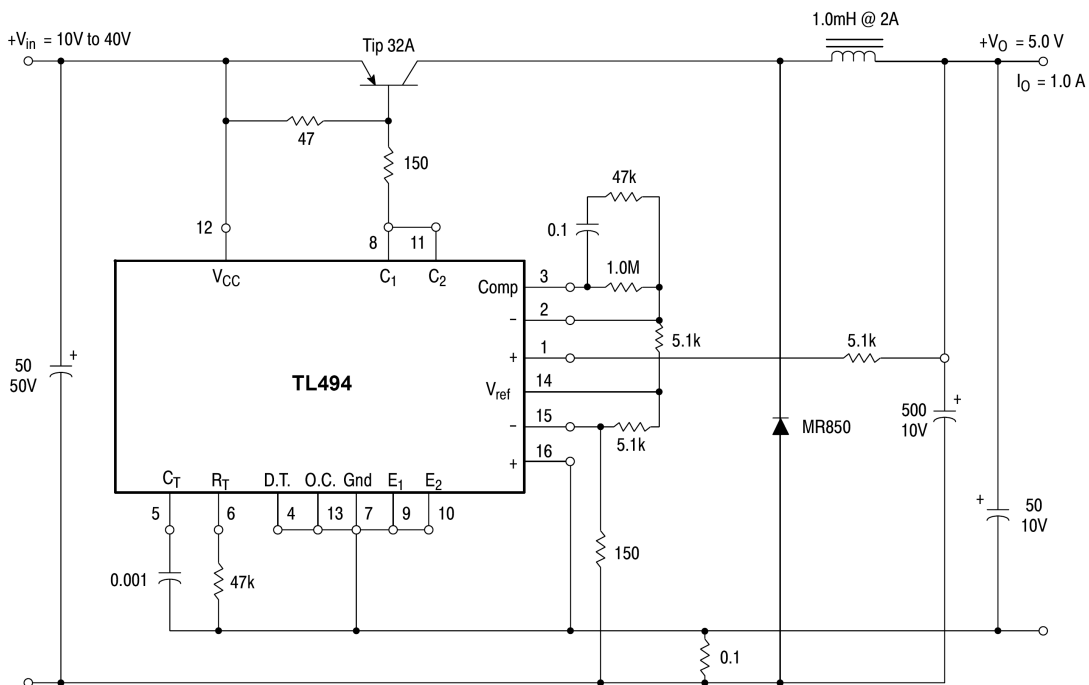
รูปที่ 1.7 วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบสวิตชิ่ง

รูปที่ 1.8 แสดงตัวอย่างวงจร PIC 16F785 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบสวิตชิ่ง



รูปที่ 1.8 วงจร PIC 16F785 ควบคุมการทำงานของวงจรถอนอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบสวิตชิง

รูปที่ 1.9 แสดงตัวอย่างวงจรถอนเวอร์เตอร์ซึ่งใช้ IC TL494 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อให้วงจรทำงานในลักษณะสวิตซ์



รูปที่ 1.9 วงจรถอน คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งถูกควบคุมด้วย IC TL494

Datasheet

**2N7000****2N7002**

N-CHANNEL 60V - 1.8Ω - 0.35A SOT23-3L - TO-92
STripFET™II MOSFET

Table 1: General Features

TYPE	V _{DSS}	R _{DS(on)}	I _d
2N7000	60 V	< 5 Ω (@ 10V)	0.35 A
2N7002	60 V	< 5 Ω (@ 10V)	0.20 A

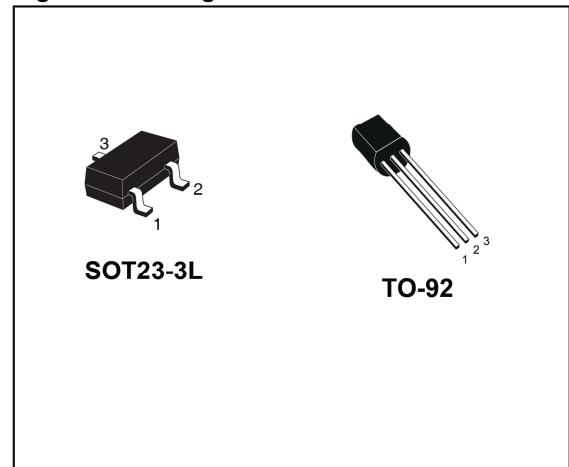
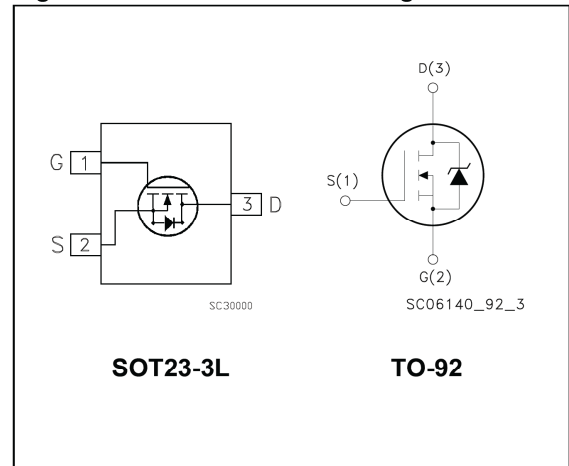
- TYPICAL R_{DS(on)} = 1.8Ω @10V
- LOW Q_g
- LOW THRESHOLD DRIVE

DESCRIPTION

This MOSFET is the second generation of STMicroelectronics unique "Single Feature Size™" strip-based process. The resulting transistor shows extremely high packing density for low on-resistance, rugged avalanche characteristics and less critical alignment steps therefore a remarkable manufacturing reproducibility.

APPLICATIONS

- HIGH SWITCHING APPLICATIONS

Figure 1: Package**Figure 2: Internal Schematic Diagram****Table 2: Order Codes**

SALES TYPE	MARKING	PACKAGE	PACKAGING
2N7000	2N7000G	TO-92	BULK
2N7002	ST2N	SOT23-3L	TAPE & REEL

Table 3: Absolute Maximum ratings

Symbol	Parameter	Value		Unit
		TO-92	SOT23-3L	
V _{DS}	Drain-source Voltage (V _{GS} = 0)	60		V
V _{DGR}	Drain-gate Voltage (R _{GS} = 20 kΩ)	60		V
V _{GS}	Gate- source Voltage	± 18		V
I _D	Drain Current (continuous) at T _C = 25°C	0.35	0.20	A
I _{DM} (●)	Drain Current (pulsed)	1.4	1	A
P _{TOT}	Total Dissipation at T _C = 25°C	1	0.35	W

(●) Pulse width limited by safe operating area

Table 4: Thermal Data

		TO-92	SOT23-3L	
R _{thj-amb}	Thermal Resistance Junction-ambient Max	125	357.1 (*)	°C/W
T _J	Operating Junction Temperature	- 55 to 150		°C
T _{stg}	Storage Temperature			

(#) When mounted on 1inch² FR-4, 2 Oz copper board.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{CASE} = 25°C UNLESS OTHERWISE SPECIFIED)

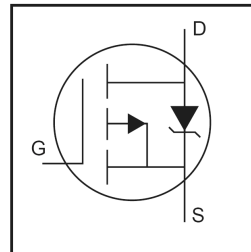
Table 5: On/Off

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _{(BR)DSS}	Drain-source Breakdown Voltage	I _D = 250 μA, V _{GS} = 0	60			V
I _{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current (V _{GS} = 0)	V _{DS} = Max Rating V _{DS} = Max Rating, T _C = 125°C			1 10	μA μA
I _{GSS}	Gate-body Leakage Current (V _{DS} = 0)	V _{GS} = ± 18 V			±100	nA
V _{GS(th)}	Gate Threshold Voltage	V _{DS} = V _{GS} , I _D = 250 μA	1	2.1	3	V
R _{DS(on)}	Static Drain-source On Resistance	V _{GS} = 10 V, I _D = 0.5 A V _{GS} = 4.5 V, I _D = 0.5 A		1.8 2	5 5.3	Ω Ω

IRF9540N

HEXFET® Power MOSFET

- Advanced Process Technology
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- P-Channel
- Fully Avalanche Rated



$$V_{DSS} = -100V$$

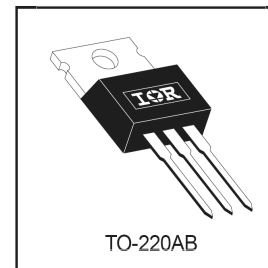
$$R_{DS(on)} = 0.117\Omega$$

$$I_D = -23A$$

Description

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10V$	-23	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10V$	-16	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	-76	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	140	W
	Linear Derating Factor	0.91	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	430	mJ
I_{AR}	Avalanche Current ③	-11	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	14	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	-5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

Thermal Resistance

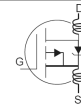
	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	1.1	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

IRF9540N



Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	-100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = -250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	-0.11	—	V/ $^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = -1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.117	Ω	$V_{GS} = -10V, I_D = -11A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	-2.0	—	-4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = -250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	5.3	—	—	S	$V_{DS} = -50V, I_D = -11A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	-25	μA	$V_{DS} = -100V, V_{GS} = 0V$
		—	—	-250		$V_{DS} = -80V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	97	nC	$I_D = -11A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	15		$V_{DS} = -80V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	51		$V_{GS} = -10V$, See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	15	—	ns	$V_{DD} = -50V$
t_r	Rise Time	—	67	—		$I_D = -11A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	51	—		$R_G = 5.1\Omega$
t_f	Fall Time	—	51	—		$R_D = 4.2\Omega$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	1300	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	400	—		$V_{DS} = -25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	240	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5



Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	-23	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	-76		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	-1.6	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = -11A, V_{GS} = 0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	150	220	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = -11A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	830	1200	nC	$di/dt = -100A/\mu s$ ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S+L_D)				

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
- ② Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 7.1\text{mH}$
 $R_G = 25\Omega, I_{AS} = -11A$. (See Figure 12)
- ③ $I_{SD} \leq -11A, di/dt \leq -470A/\mu s, V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}, T_J \leq 175^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 300\mu s$; duty cycle $\leq 2\%$.



IRF9540N

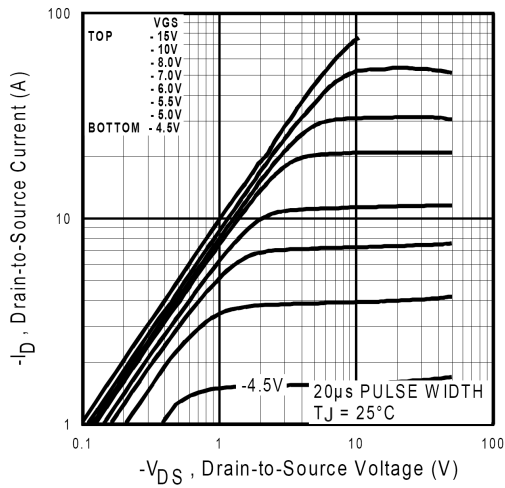


Fig 1. Typical Output Characteristics

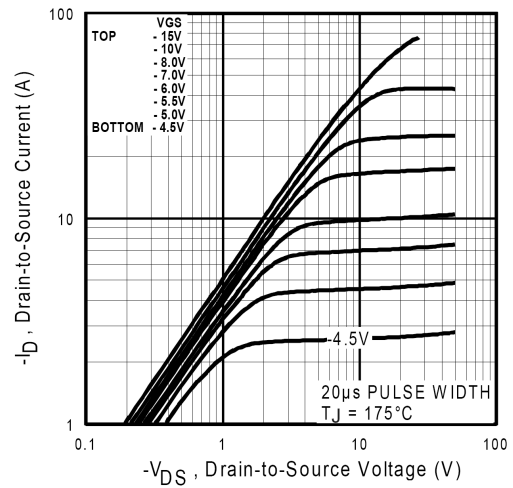


Fig 2. Typical Output Characteristics

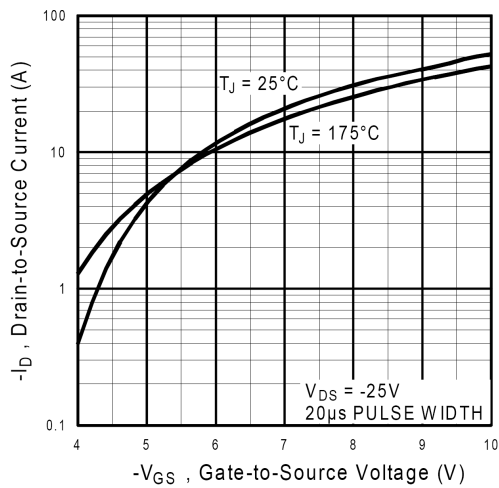


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

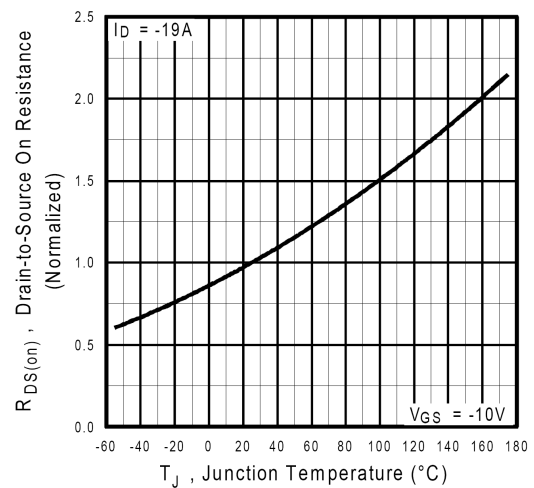
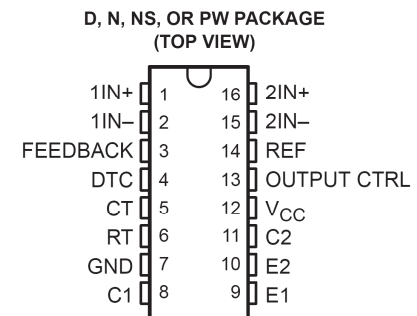


Fig 4. Normalized On-Resistance Vs. Temperature

TL494 PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLVS074B – JANUARY 1983 – REVISED JULY 1999

- Complete PWM Power Control Circuitry
- Uncommitted Outputs for 200-mA Sink or Source Current
- Output Control Selects Single-Ended or Push-Pull Operation
- Internal Circuitry Prohibits Double Pulse at Either Output
- Variable Dead Time Provides Control Over Total Range
- Internal Regulator Provides a Stable 5-V Reference Supply With 5% Tolerance
- Circuit Architecture Allows Easy Synchronization



description

The TL494 incorporates all the functions required in the construction of a pulse-width-modulation (PWM) control circuit on a single chip. Designed primarily for power-supply control, this device offers the flexibility to tailor the power-supply control circuitry to a specific application.

The TL494 contains two error amplifiers, an on-chip adjustable oscillator, a dead-time control (DTC) comparator, a pulse-steering control flip-flop, a 5-V, 5%-precision regulator, and output-control circuits.

The error amplifiers exhibit a common-mode voltage range from -0.3 V to $V_{CC} - 2\text{ V}$. The dead-time control comparator has a fixed offset that provides approximately 5% dead time. The on-chip oscillator can be bypassed by terminating RT to the reference output and providing a sawtooth input to CT, or it can drive the common circuits in synchronous multiple-rail power supplies.

The uncommitted output transistors provide either common-emitter or emitter-follower output capability. The TL494 provides for push-pull or single-ended output operation, which can be selected through the output-control function. The architecture of this device prohibits the possibility of either output being pulsed twice during push-pull operation.

The TL494C is characterized for operation from 0°C to 70°C . The TL494I is characterized for operation from -40°C to 85°C .

FUNCTION TABLE

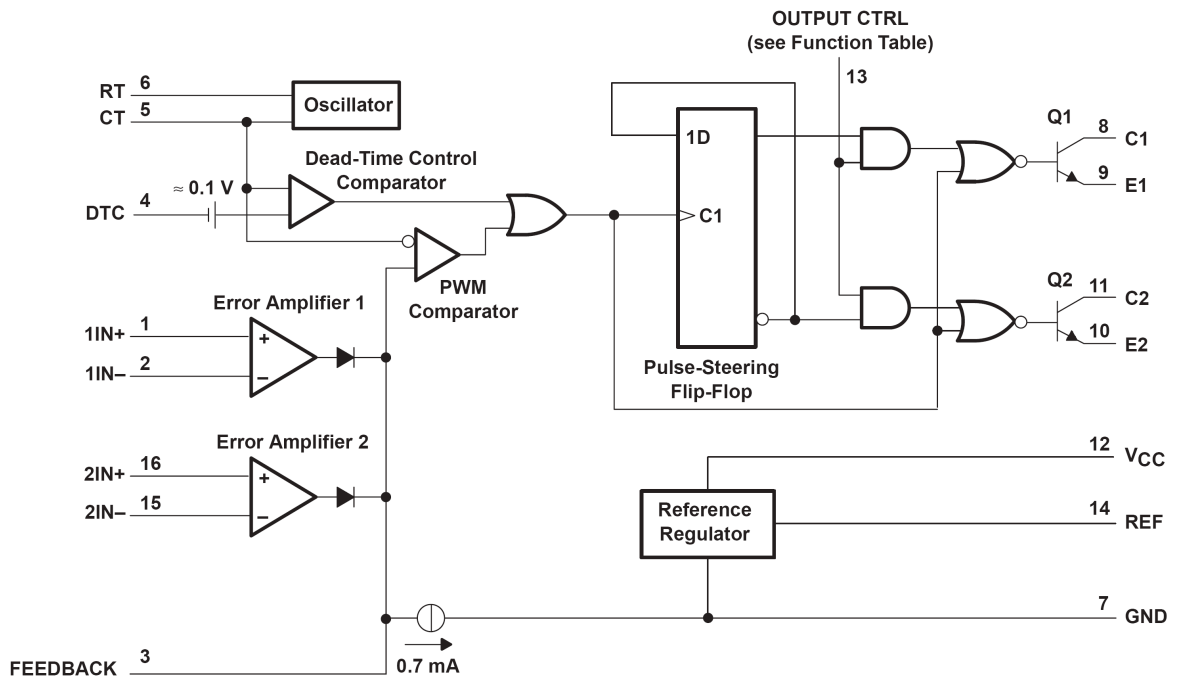
INPUT TO OUTPUT CTRL	OUTPUT FUNCTION
$V_I = \text{GND}$	Single-ended or parallel output
$V_I = V_{\text{ref}}$	Normal push-pull operation

AVAILABLE OPTIONS

TA	PACKAGED DEVICES				CHIP FORM (Y)
	SMALL OUTLINE (D)	PLASTIC DIP (N)	SMALL OUTLINE (NS)	SHRINK SMALL OUTLINE (PW)	
0°C to 70°C	TL494CD	TL494CN	TL494CNS	TL494CPW	TL494Y
-40°C to 85°C	TL494ID	TL494IN	—	—	—

The D, NS, and PW packages are available taped and reeled. Add the suffix R to device type (e.g., TL494CDR). Chip forms are tested at 25°C.

functional block diagram



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

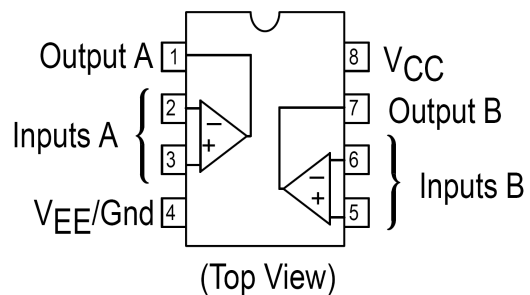
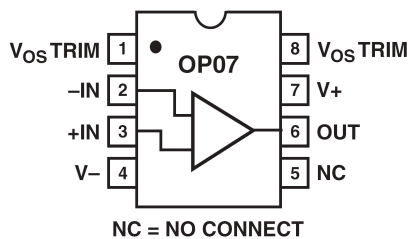
		TL494	UNIT	
Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)		41	V	
Amplifier input voltage, V_I		$V_{CC}+0.3$	V	
Collector output voltage, V_O		41	V	
Collector output current, I_O		250	mA	
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Notes 2 and 3)	D package	73	°C	
	N package	88		
	NS package	64		
	PW package	108		
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds		D, N, or PW package	260	°C
Storage temperature range, 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. All voltage values, except differential voltages, are with respect to the network ground terminal.
 2. Maximum power dissipation is a function of $T_J(\max)$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\max) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can impact reliability.
 3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

		TL494		UNIT	
		MIN	MAX		
Supply voltage, V_{CC}		7	40	V	
Amplifier input voltage, V_I		-0.3	$V_{CC}-2$	V	
Collector output voltage, V_O			40	V	
Collector output current (each transistor)			200	mA	
Current into feedback terminal			0.3	mA	
Oscillator frequency, f_{osc}		1	300	kHz	
Timing capacitor, C_T		0.47	10000	nF	
Timing resistor, R_T		1.8	500	k Ω	
Operating free-air temperature, T_A		TL494C	0	70	°C
		TL494I	-40	85	



FEATURES

Low V_{OS} : 75 μV Max
 Low V_{OS} Drift: 1.3 $\mu V/^{\circ}C$ Max
 Ultrastable vs. Time: 1.5 μV /Month Max
 Low Noise: 0.6 μV p-p Max
 Wide Input Voltage Range: $\pm 14 V$
 Wide Supply Voltage Range: 3 V to 18 V
 Fits 725,108A/308A, 741, AD510 Sockets
 125 $^{\circ}C$ Temperature-Tested Dice

APPLICATIONS

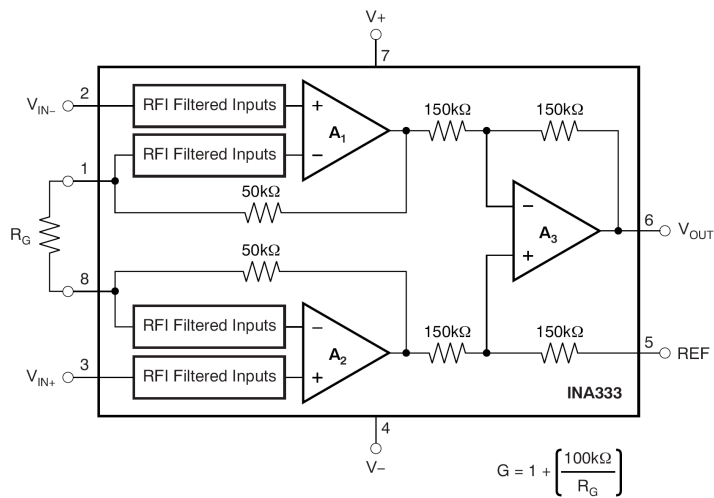
Wireless Base Station Control Circuits
 Optical Network Control Circuits
 Instrumentation
 Sensors and Controls
 Thermocouples
 RTDs
 Strain Bridges
 Shunt Current Measurements
 Precision Filters

FEATURES

- LOW OFFSET VOLTAGE: 25 μV (max), $G \geq 100$
- LOW DRIFT: 0.1 $\mu V/^{\circ}C$, $G \geq 100$
- LOW NOISE: 50nV/ \sqrt{Hz} , $G \geq 100$
- HIGH CMRR: 100dB (min), $G \geq 10$
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 200pA (max)
- SUPPLY RANGE: +1.8V to +5.5V
- INPUT VOLTAGE: (V-) +0.1V to (V+) -0.1V
- OUTPUT RANGE: (V-) +0.05V to (V+) -0.05V
- LOW QUIESCENT CURRENT: 50 μA
- OPERATING TEMPERATURE: -40 $^{\circ}C$ to +125 $^{\circ}C$
- RFI FILTERED INPUTS
- MSOP-8 AND DFN-8 PACKAGES

APPLICATIONS

- BRIDGE AMPLIFIERS
- ECG AMPLIFIERS
- PRESSURE SENSORS
- MEDICAL INSTRUMENTATION
- PORTABLE INSTRUMENTATION
- WEIGH SCALES
- THERMOCOUPLE AMPLIFIERS
- RTD SENSOR AMPLIFIERS
- DATA ACQUISITION



รูปที่ 1.10