



文件名稱		文件編號	
FP130 OCP 應用手冊		AN015	
版別	A0		

FP130AK 應用電路設計文件

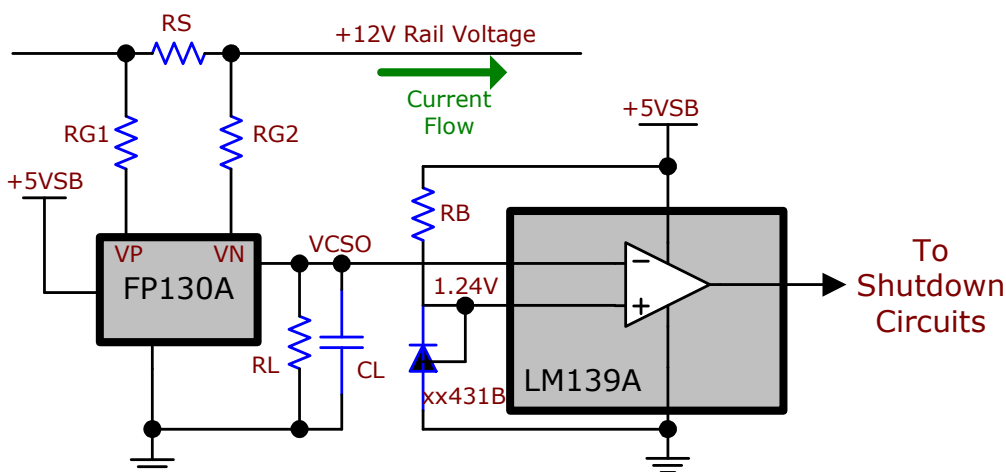
作者：陳秉言

日期：2006/10/17

一. 說明

爲了讓系統端 OLP 設計點提高精準度，根據 IC 特性及應用條件，減低溫度變數並提高工廠生產良率，完成該份設計文件。

二. 電路圖及符號系統定義




圖一. 應用電路圖及零件採用符號

三. 電路說明

此處我們先簡單說明電路的動作原理，至於設計當中 FP130A、431B(0.5%)及 LM139A，請看 IC Data Sheet 會有詳細的規格說明。

首先，在 Rail 上會產生一個電位和電流，我們於 Rail 路徑上串聯一顆 Sense 電阻 (RS)，該電阻目的在產生一個流過電流所形成的電壓差，讓 FP130A 偵測這兩端的壓差後，經一倍數比將該電壓放大到可讀取(或比較的範圍)，會得到放大電壓值 VCSO，該電壓與 431B 所接成的定電壓 1.24V 在 LM139A 進行比較，假設 LM139A 比較器正常狀況下輸出爲高電壓，此時，只要 RS 通過的電流大到使其兩端電壓在放大後於 VCSO 大於 1.24V，LM139A 的比較器輸出立即發生轉態至低電壓，完成 Rail 上過電流(Over Current)的偵測通知(保護)。

	文件名稱		文件編號	
	FP130 OCP 應用手冊		AN015	
			版別	A0

四. 設計參考

首先，這裡用到的理論公式只有 FP130AK 的放大倍率計算值公式，我們直接根據 Data Sheet 引述如下：

在 RS 電阻兩端的電壓可表示如下：

$$V_{IN+} - V_{IN-} = \Delta V = IS \times RS \quad \text{----- 公式(1)}$$

又 $VCSO = G \times \Delta V \quad \text{----- 公式(2)}$ ，其中 $G = \frac{RL}{RG1}$

整理公式(1)及(2)可得到：

$$VCSO = \frac{IS \times RS \times RL}{RG1} \quad \text{----- 公式(3)}$$

舉例：在圖一應用環境中+12V 的 Rail Voltage 上，我們要設計一 18A~20A 發生過流保護的動作，假設 RS 電阻值使用 2.5mΩ，求放大值 G。


解答：以 18A~20A 的過流保護設計，應將保護點設在 19A(+/-1A)，如此我們可以得知 2.5mΩ 的 ΔV 為 47.5mV，這裡已知比較器參考電壓為 1.24V，設計上可得放大倍數 G 必須大於 26.10 倍，這裡在設計上建議 RG 電阻使用 1KΩ 來獲得較低的 CSO 漂移電壓，故 RL 電阻採用 25KΩ 與 2KΩ 的串聯值使用，必要時 2KΩ 可使用可變電阻做為調整電阻使用。

誤差分析：分析 OLP 的設計誤差後我們可知 19A+/-1A 的誤差值為 5.26%，所以該電路中的總和誤差必須小於該值，否則就會超過限制規格，這裡我們將所有零件的設計誤差考慮進來，再評估溫度系數的影響，請見下表：

FP130A 誤差規格表

Parameter	Symbol	Max.	UNIT	Test Condition
Input Offset Voltage vs. Temperature	$ V_{OFFSET(Ta)} $	8	$\mu V/^\circ C$	Vsense=47.5mV Gain=27
Input Offset Voltage vs. VCC	$ V_{OFFSET(Vcc)} $	10	$\mu V/V$	RG1=RG2=1KΩ RL=27KΩ
Total Output Error	TOEI	2	%	VCC=+5V VP=VN=+12V

NOTE：參數誤差為絕對值，這裡不考慮 VCC 變動對 Offset Voltage 影響，但該參數應被列入規格內注意。

	文件名稱		文件編號	
	FP130 OCP 應用手冊		AN015	
			版別	A0

431B 誤差規格表 (B Grade : 0.5%)

Parameter	Symbol	Max.	UNIT	Test Condition
Reference Voltage vs. Temperature	$V_{I(dev)}$	34	mV	VKA=VREF IKA=10mA
Reference Voltage vs. Cathode Voltage	$\Delta VREF/\Delta VKA$	-2.7	mV/V	TA=-40~+125°C

NOTE：此處 431B 設計為一參考電壓源，Cathode Voltage 變動因接+5VSB 而影響變小忽略，除本身 +/-0.5% 的參考電壓差必須考慮溫度漂移參數 $V_{I(dev)}$ ，注意測試條件為 IKA=10mA，變動值一樣考慮正負溫度系數。

LM139A 誤差規格表 (A Grade : Low offset voltage)

Parameter	Symbol	Max.	UNIT	Test Condition
Input Offset Voltage vs. Temperature	V_{offset}	4	mV	VCC=+5V TA=-40~+125°C

考慮電阻(RS、RG1、RG2、RL)以 VR 調整後誤差忽略不計，並定義溫度特性相同而抵消溫度系數，可推算 IC 所造成的差異範圍如下：

常溫下只需考慮 FP130A 的 TOE +/-2% 及 431B 的 +/-0.5% 及 LM139A 的 Offset 電壓 +0.3%，其最差總誤差狀況為 TOE-2%(輸出偏低)，431B 的 +0.5%(參考電壓偏高)及 Offset 的 +0.3%(上限)，則總誤差為 2.8%，亦即在 47.5mV 下的 Sense 電壓其 VCSO 輸出為 1.2152V，431B 與 4mV 漂移參考電壓為 1.2502V 與中心值 1.24V 差 2.823%。

經電阻調整 19A 的動作點後，VCSO 將大於 1.2502V 動作，我們假設比較器多 1mV 後切換(實際值會小於該值)，VCSO 為 1.2512V 反推 47.5mV 為 26.3410 倍的放大增益被調至，可知 RL 調整後阻值為 26.341KΩ。


溫度變化下估算有 80°C 的溫度變化，則可知 FP130A 的 Offset 為 +/-0.64mV，表示在此條件下 VCSO 約有 +/-16.86mV 的最大漂移與 431B 的 +/-34mV 最大溫度漂移，總絕對值漂移差最大為 58.86mV，即表示 Sense 電壓差了 1.9308mV，即電阻 RS 為 2.5mΩ 下，電流必須增加或減低 0.7723A 才會到達保護，此為 80 度溫度變化考量下的最大誤差，此設計值在 +/-1A 的規格內，其保護範圍為 18.2277A~19.7723A。



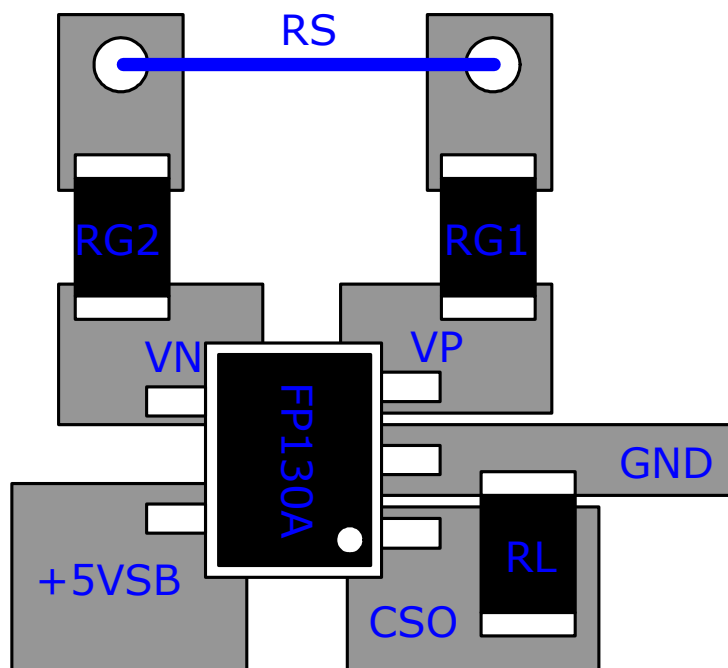
文件名稱		文件編號	
FP130 OCP 應用手冊		AN015	
		版別	A0

五. 設計注意事項

- (1). FP130A 的 VCC 與 VP/VN 可接不同的電源，設計上以該範例而言因有 +5VSB 電源，故接於此，並可降低 VCC 對 VP/VN 的漂移參數。
- (2). FP130A 的 ΔV 可能會有瞬間過大的情況(如輸出大電容充電)，我們可用一電容 CL 與 RL 並聯，改善暫態反應的問題，必要時亦可對 Sense 端進行對策。
- (3). FP130A 的 VP 與 VN 端敏感度高，設計上宜避免耦合信號干擾，造成差動放大後使 VCSO 電壓誤動作。
- (4). FP130A 的 CSO 輸出電流不高，不適宜做元件的驅動電流(如 BJT)使用使得 CSO 輸出失去準確度，正統以比較器做為次級輸入元件為宜。
- (5). 濕度過高情況下使用請對 VP/VN 進行濕度隔離對策，避免水汽傳導造成 VP/VN 電位差問題使 CSO 電壓異常。
- (6). VP 與 VN 低於 2.7V 以下視同 FP130A IC 不工作，故使用於 Power Board 上短路開機測試或二次側輸出短路測試時 IC 不能保證可以提供正確的 CSO 電壓。
- (7). FP130A 為 SOT-25 包裝，且為 Lead Free SMD 零件，FTC 根據 JESD22-B102-D 採 SMD 進行 Solderability test 並完成 SGS 報告，建議客戶 Soldering 時根據該標準進行焊接作業。

	文件名稱		文件編號	
	FP130 OCP 應用手冊		AN015	
			版別	A0

六. PCB Layout 參考



圖二. PCB Layout 參考圖

注意事項：

- (1). VP/VN 的接腳焊點與 RG1 及 RG2 的接焊點要接近(避免干擾)。
- (2). 不要讓 RG1 與 RG2 到 Sense 電阻間的走線過細或過長而使阻抗誤差增加。
- (3). 注意 Pin1~Pin3 的腳距(詳細尺寸見 Data Sheet Outline)。
- (4). 如果 IC 離+5VSB 較遠，對 VCC-GND 放一小的穩壓電容。
- (5). IC GND 不要落在變壓器側的地(不要接這個地端)。

七. 實際應用電路

略。

八. 實際波形量測

略。

RAIL CURRENT MEASUREMENT IC

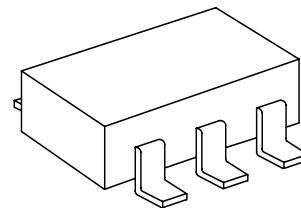
GENERAL DESCRIPTION

The **FP130A** is a wide input supply and common mode voltage IC for the high side rail current measurement of the power system such as battery charger or switching power supply applications field. IC includes the differential input of amplifier and an NPN transistor emitter output; user could adjust any gain very easy from three external resistors and read the converting voltage by a simple by a formula at IC output.

The **FP130A** uses the SOT-25 package operating in wide power supply and temperature range

FEATURES

- Independent power supply voltage: 2.7 to 30V
- Wide input common-mode voltage: 2.7 to 30V
- Source current emitter output
- Three resistors gain set-up
- Wide temperature range: -20°C to +125°C
- Package: SOT-25

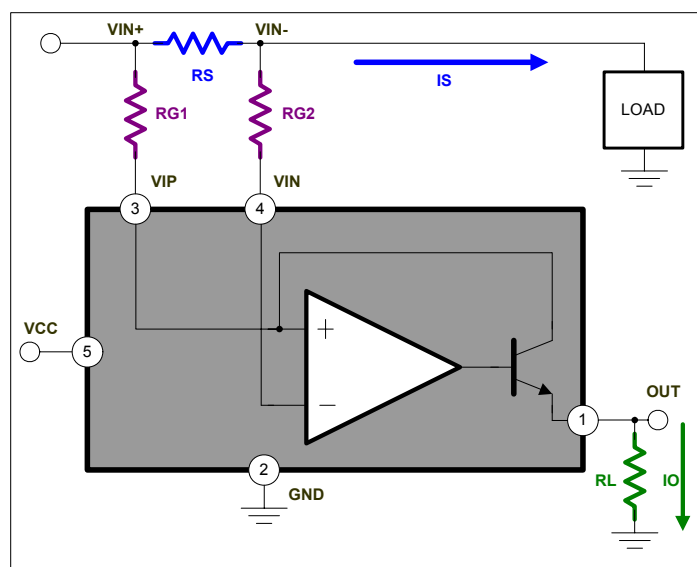


SOT-25

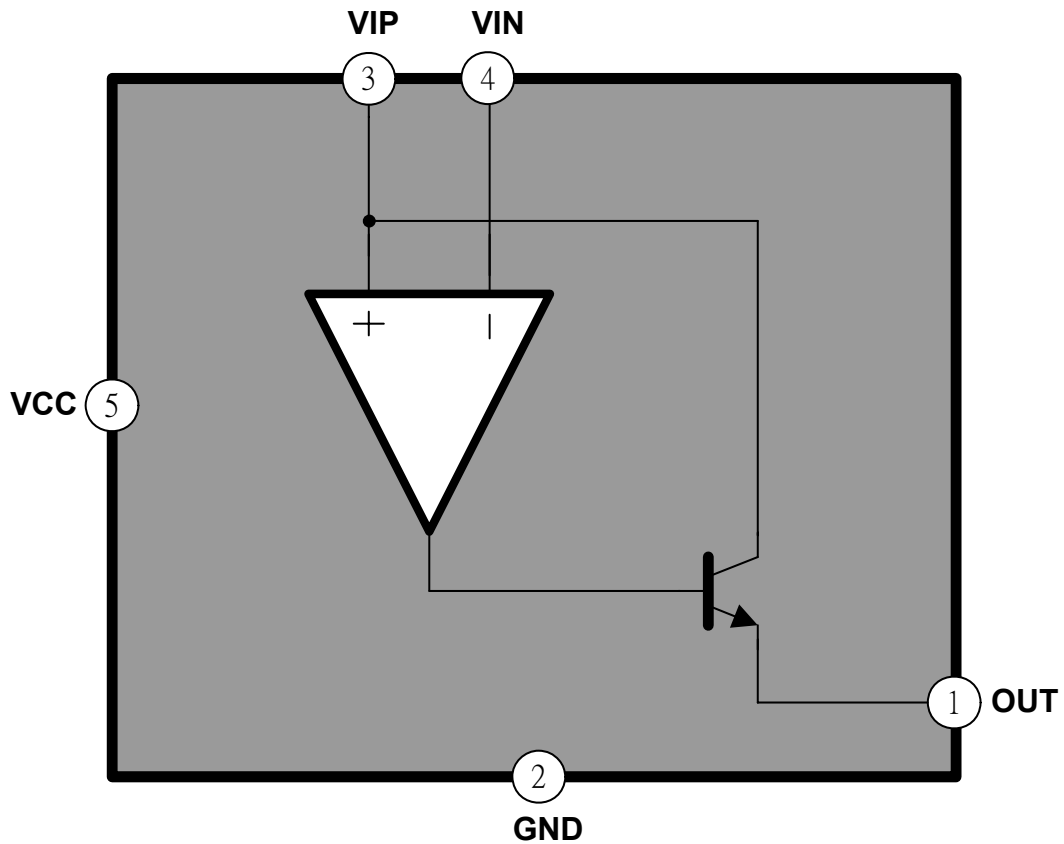
APPLICATION

- Battery charger
- High side rail current detector
- SPS(Adaptor)
- Current sense networking system

TYPICAL APPLICATION CIRCUITS

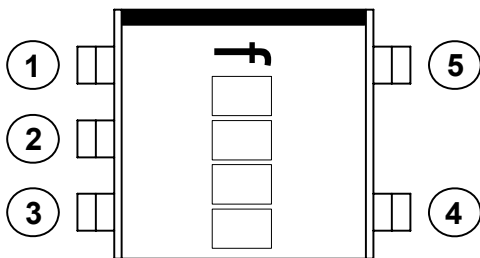


FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



MARK VIEW

PIN DESCRIPTION

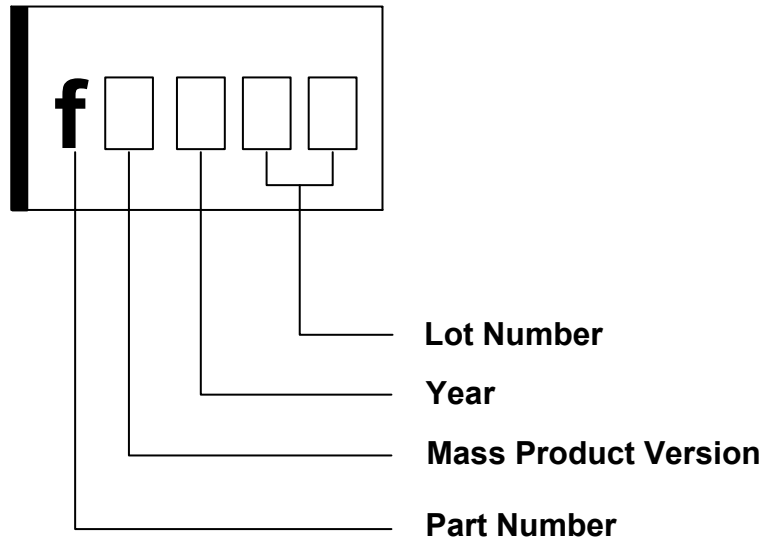


Name	No.	I/O	Description
OUT	1	O	Current detect output
GND	2	P	IC ground
VIP	3	I	Positive input of differential OPA
VIN	4	I	Negative input of differential OPA
VCC	5	P	IC power supply

ORDER INFORMATION

Part Number	Operating Temperature	Package	Description
FP130AKR-LF	-20°C ~ +125°C	SOT-25	Tape & Reel

IC DATE CODE DISTINGUISH



For example:

- 1 – Year 2001
- 2 – Year 2002
- 3 – Year 2003 ----- And so on

Lot Number is the last two numbers

For example:

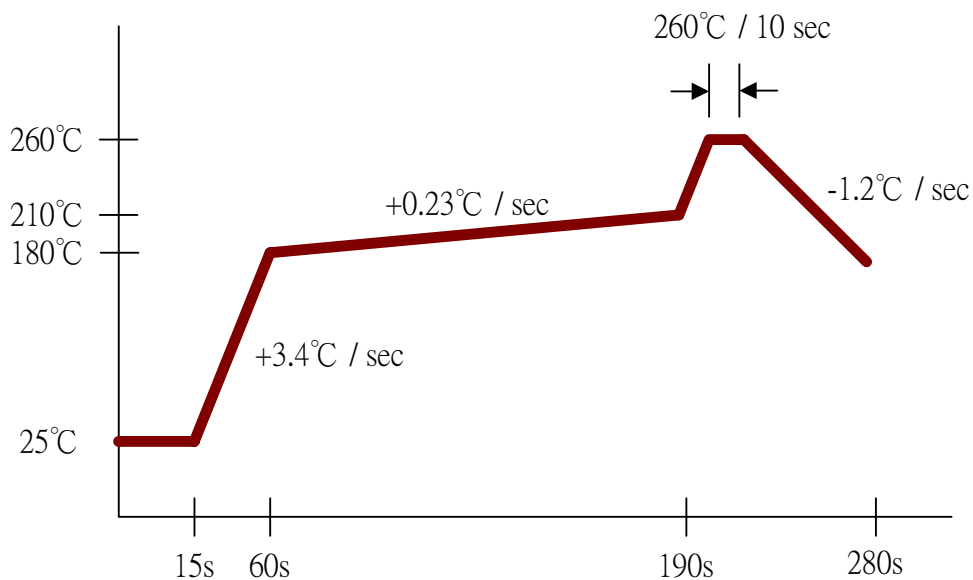
A3311C62
 ↳ Lot Number



FP130A

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage -----	-0.3V ~ 30V
Common Mode Inputs Voltage -----	-0.3V ~ 30V
Differential Inputs Voltage ($V_{IP} - V_{IN}$) -----	-30V ~ 1.5V
OUT Voltage -----	-0.3V ~ 30V
Operating Temperature -----	-20°C ~ +125°C
Storage Temperature -----	-55°C ~ +125°C
Junction Temperature -----	+150°C
Power Dissipation (SOT-25, $T_a=25^\circ\text{C}$) -----	220mW
SOT25 Lead Temperature (soldering, 10 sec) -----	+260°C



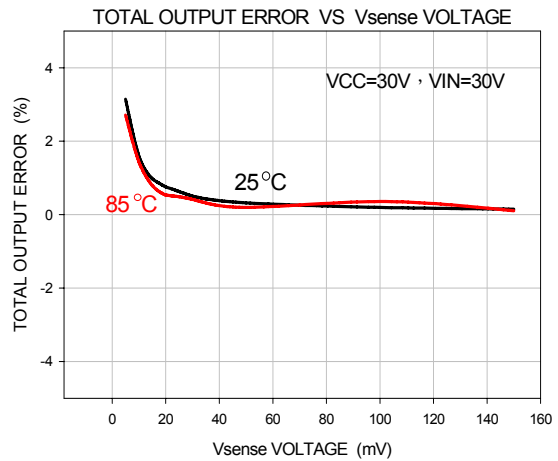
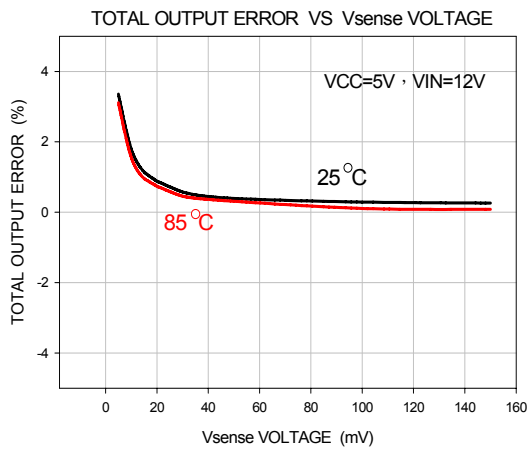
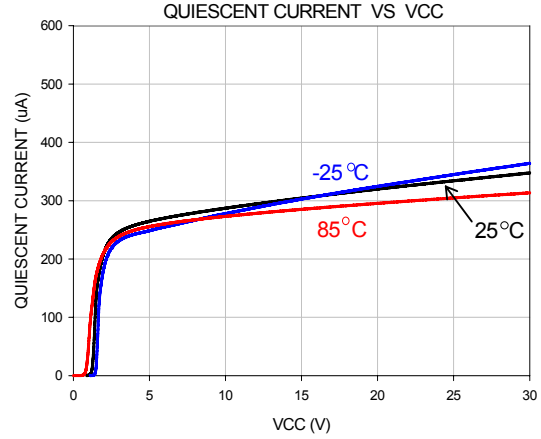
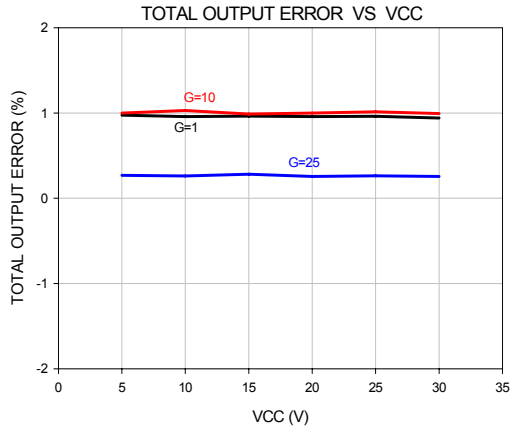
DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test conditions: $T_a = -20^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{V}$, $V_{IN}^+ = 12\text{V}$, $R_{OUT} = 125\text{K}\Omega$, unless otherwise noted

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Full Scale Sense Voltage	V_{SENSE}	$V_{SENSE} = V_{IN}^+ - V_{IN}^-$	-	100	500	mV
Common-Mode Input Voltage	V_{CM}		2.7	-	28	V
Common-Mode Rejection	CMRR	$V_{IN}^+ = 2.7\text{V to } 30\text{V}$, $V_{SENSE} = 50\text{mV}$	100	120	-	dB
Input Offset Voltage vs temp	$V_{OFFSET}(t_a)$	t_{MIN} to t_{MAX}	-	4	-	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Input Offset Voltage vs V_{CC}	$V_{OFFSET}(V_{CC})$	$V_{CC} = 2.7\text{V to } 30\text{V}$, $V_{SENSE} = 50\text{mV}$	-	2.5	10	$\mu\text{V}/\text{V}$
Input Bias Current	I_{BIAS}	V_{IP}, V_{IN}	-	2	-	μA
Non-linearity Error	NLE	$V_{SENSE} = 10\text{mV to } 150\text{mV}$	-	-	± 1	%
Total Output Error	TOE	$V_{SENSE} = 100\text{mV}$	-	-	± 2	%
Output Impedance	R_{OUT}		-	1 5	-	$\text{G}\Omega \text{pF}$
Voltage Swing to V_{CC}	V_{SCC}		-	$V_{CC} - 0.8$	-	V
Voltage Swing to V_{CM}	V_{SCM}		-	$V_{CM} - 0.5$	-	V
Bandwidth	BW	$R_{OUT} = 125\text{K}\Omega$	-	32	-	kHz
Settling Time	t_s	5V Setp, $R_{OUT} = 125\text{K}\Omega$	-	30	-	μs
Total Output-Current Noise	I_{NOISE}	BW=100KHz	-	3	-	nA
Operating Voltage Range	V_{CC}		2.7	-	28	V
Quiescent Current	I_{CC}	$V_{SENSE} = 0, V_{CC} = 30\text{V}$	-	400	-	μA
Operating Temperature Range	T_a		-20		+125	$^{\circ}\text{C}$

TYPICAL CHARACTERISTICS

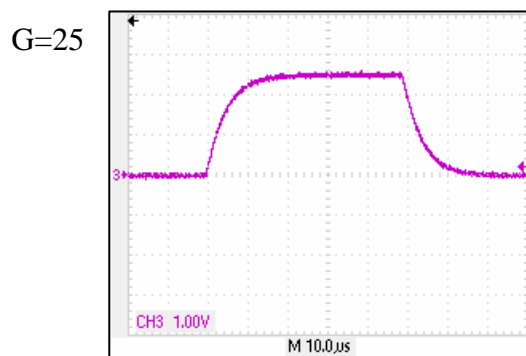
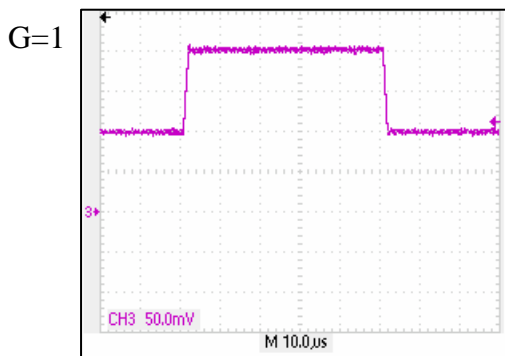
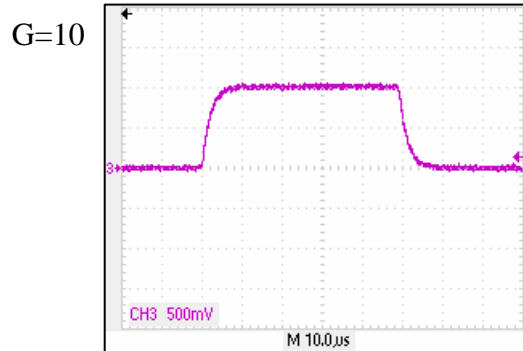
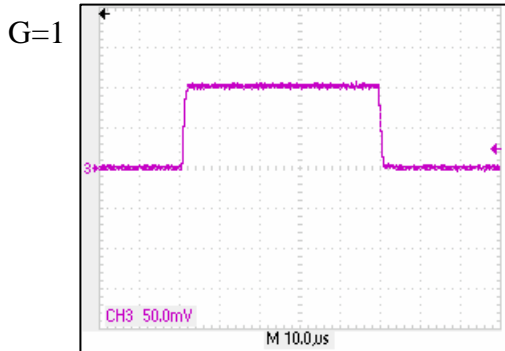
Ta=+25°C, VCC=5V, VIN=+12V



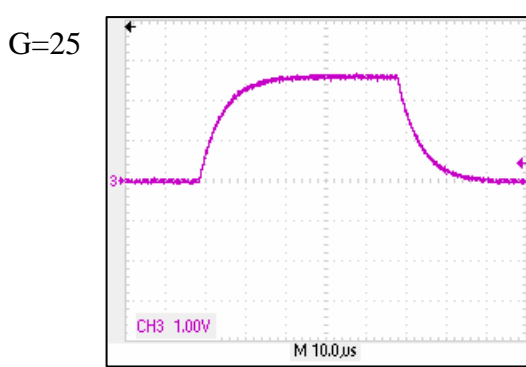
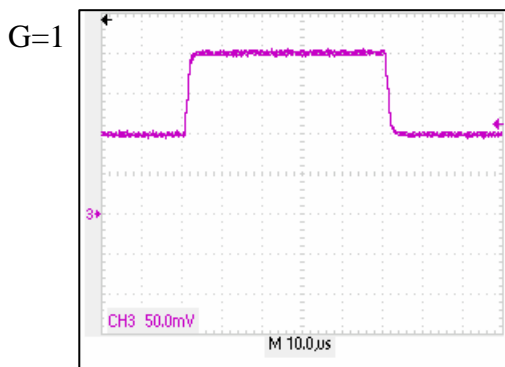
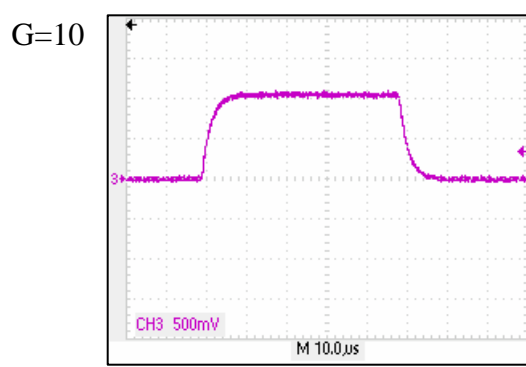
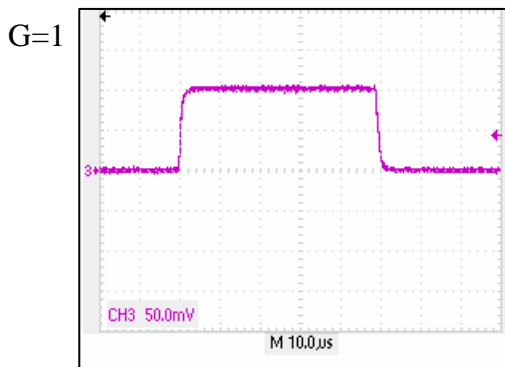
TYPICAL CHARACTERISTICS(Cont.)

Ta=+25°C, VCC=5V, VIN=+12V

RG1=RG2=1KΩ



RG1=RG2=5KΩ



DETAILED DESCRIPTION

Figure 7 shows the **FP130A** basic application circuit, the load current (I_S) flows from power supply and generates a voltage ($V_{IN}^+ - V_{IN}^-$) at the sense resistor (R_S).

Assume internal NPN transistor collector current is same as emitter current (I_O) and V_{IP} is very close V_{IN} , the **FP130A** transfer function is:

$$I_O = \frac{V_{IN}^+ - V_{IN}^-}{R_{G1}} \quad \text{---- (1)}$$

In the circuit of Figure 7, the ($V_{IN}^+ - V_{IN}^-$), is equal to $I_S \cdot R_S$ and the output voltage (OUT) is equal to $I_O \cdot R_L$. The final transfer function for rail current measurement in this application is:

$$V_{OUT} = G * I_S * R_S \quad \text{---- (2)}$$

$$G = R_L / R_{G1} \quad \text{---- (3)}$$

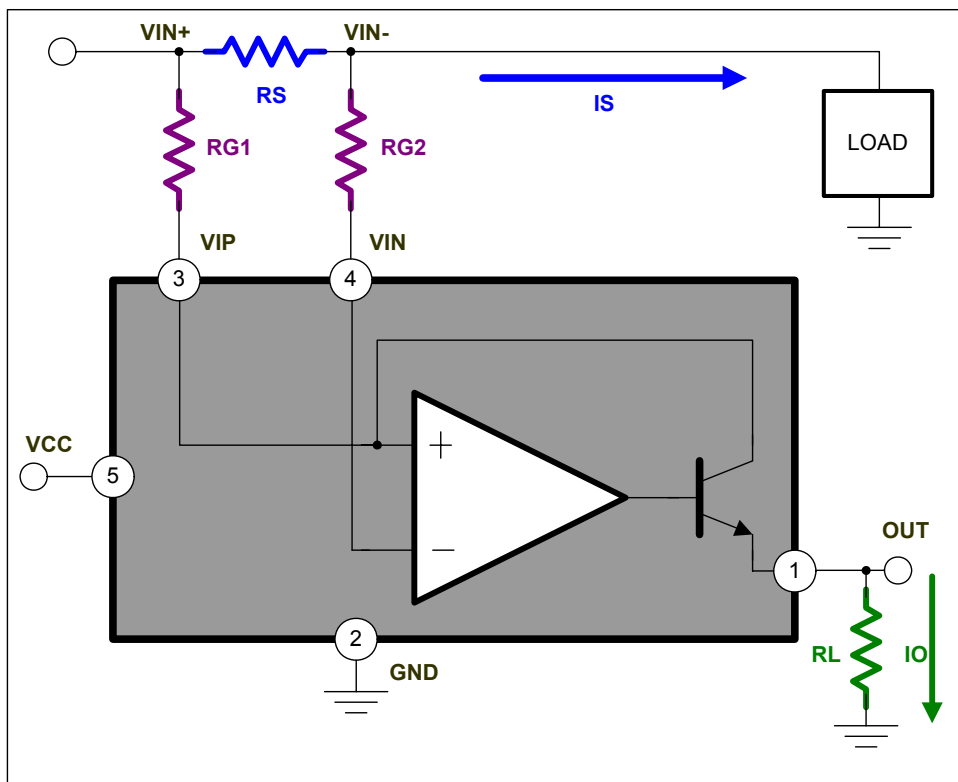


Figure 7 Current measurement circuit

NOTE

1. The minimum operating voltages of VCC, VIP and VIN are 2.7V, if these supply voltages are low than 2.7V, the transfer function at output of **FP130A** isn't correct.
2. Don't force a VIN voltage that is over 15V than VIP, this condition would generate a leakage current and an incorrect voltage at **FP130A** output.

APPLICATION NOTE

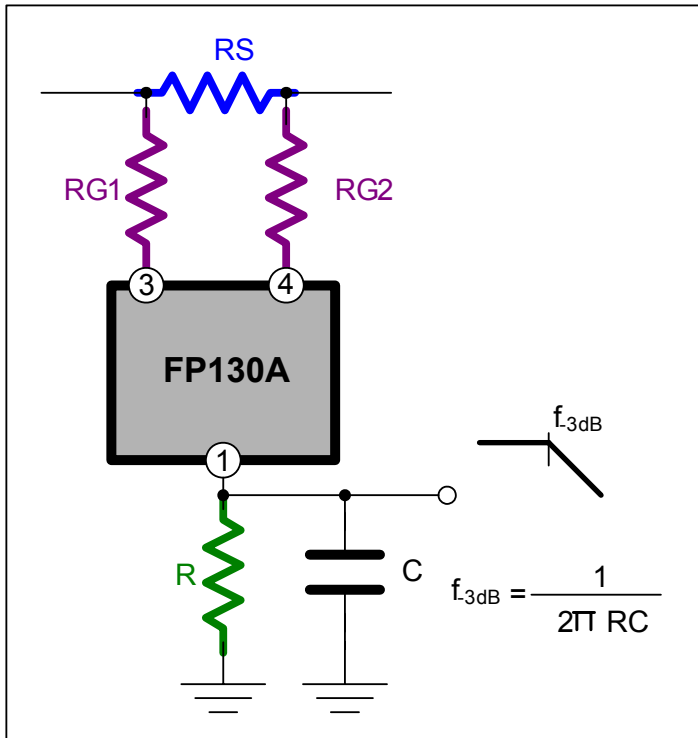


Figure 8 Output R-C delay circuit

Figure 8 shows a simple method to delay the converting time, when a transient voltage happens at sense resistor (R_S), the output voltage would approach the set point and transfer function would source a current (I_O) to the output, the RC circuit will delay a time during output change.

The capacitor is also a filter function when the signal has a frequency response.

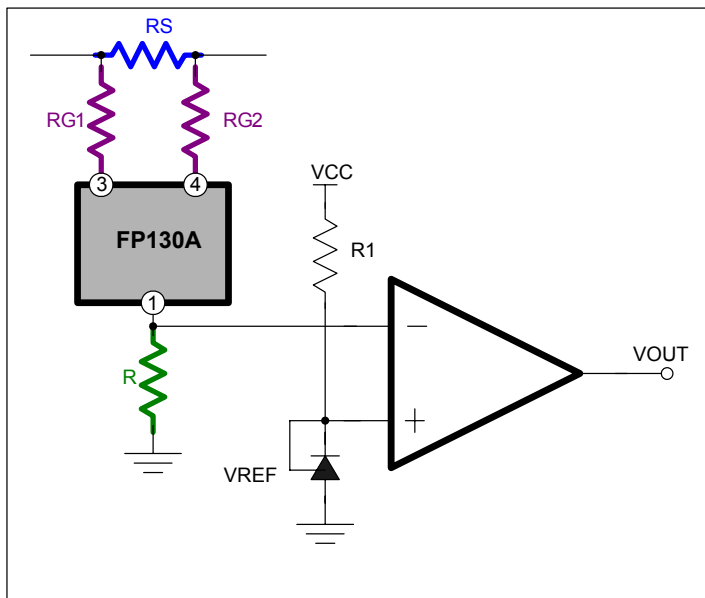
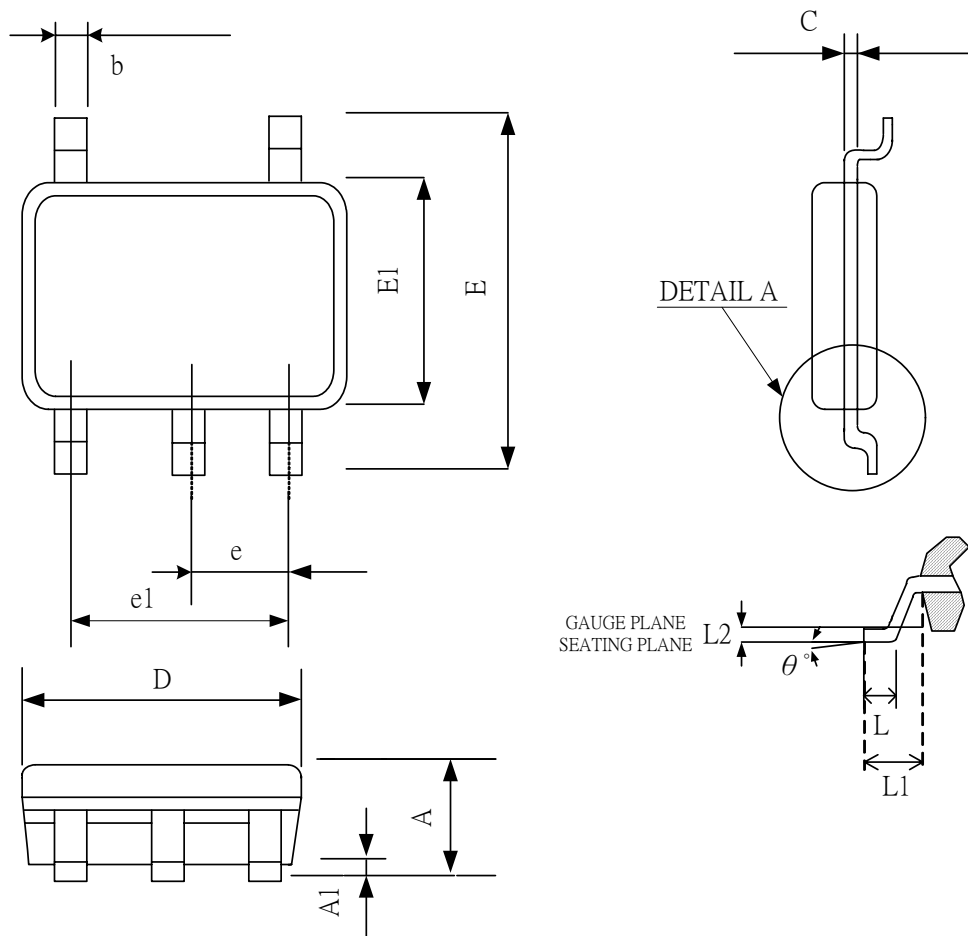


Figure 9 Comparator detection circuit

Figure 9 shows a detection circuit using 1.25V reference regulator and comparator. At initial stage, the non-inverting input of comparator which is connecting with 1.25V regulator and it is higher than inverting input, so the comparator output is high until the sense current transfers the IC output voltage is higher than setup voltage 1.25V, the comparator output will change to low.

PACKAGE OUTLINE

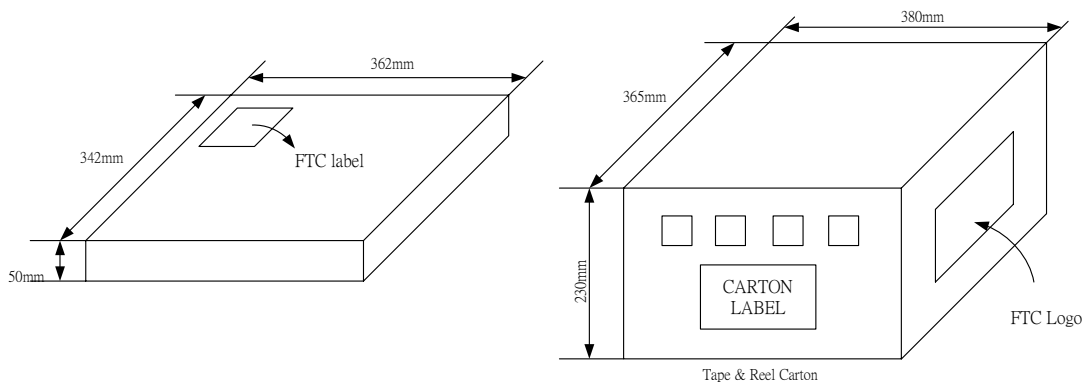


SYMBOLS	MIN	MAX
A	1.05	1.35
A1	0.05	0.15
A2	1.00	1.20
b	0.25	0.50
c	0.08	0.20
D	2.70	3.00
E	2.60	3.00
E1	1.50	1.70
e	0.95 BSC.	
e1	1.90 BSC.	
L	0.30	0.55
L1	0.60 REF.	
L2	0.25 BSC.	
θ°	0	10

PACKING SPECIFICATIONS

BOX DIMENSION

TAPE AND REEL INSIDE BOX AND CARTON



PACKING QUANTITY SPECIFICATIONS

2500 EA / REEL
4 INSIDE BOXES / CARTON

LABEL SPECIFICATIONS

TAPPING & REEL

Feeling Technology Corp		
Product:FP130AKR-LF		
Lot NO: A3311C62-L		
D/C:	fxxxx	
Q`ty:	2500	
	<table border="1"><tr><td>無鉛 Lead Free</td></tr></table>	無鉛 Lead Free
無鉛 Lead Free		



CARTON

Feeling Technology Corp
 Product Type: FP130AKR-LF
 Lot No: A3311C62-L
 Date Code: fxxxx
 Package Type: SOT-25L
 Marking Type: Laser
 Total Qty: 10,000

無鉛
 Lead Free

CARRIER TAPE AND REEL DIMENSIONS

