

## Dimensionnement d'un pont diviseur

L'industrie pétrolière, afin d'optimiser ses rendements de production, utilise différentes méthodes pour augmenter la pression dans les nappes souterraines. Comme illustré en figure 1(a), de l'eau à haute pression est injectée par un premier puits, et le pétrole, qui ne se mélange pas à l'eau, est collecté par le puits d'extraction (*production well*). Afin d'asservir et contrôler l'injection d'eau, un système réalise une mesure de pression qui est ensuite interprétée par un circuit de contrôle. Le capteur utilisé (*TT Electronics - Pressure sensor 96705*) est alimenté en 5 volts, cependant le micro-contrôleur réalisant le traitement des données (*Texas Instrument MSP430G2533*) est alimenté en 3,3 volts.

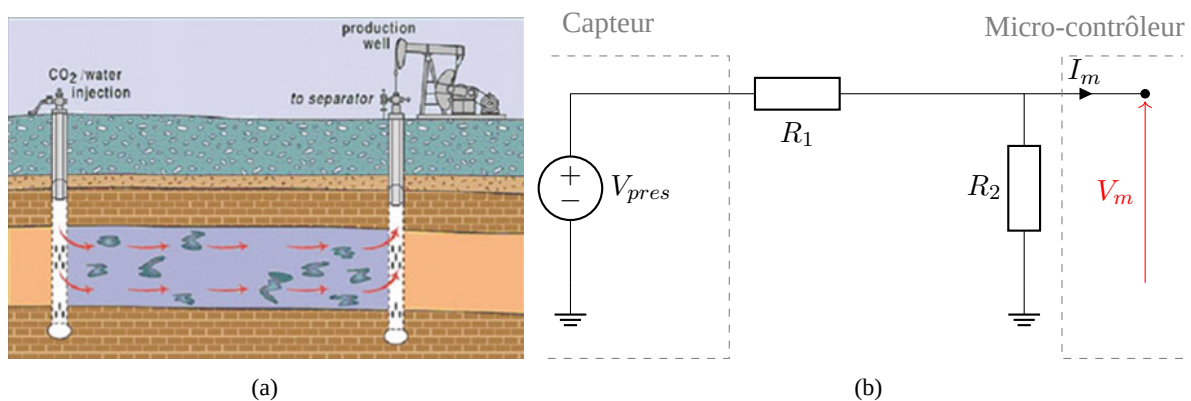
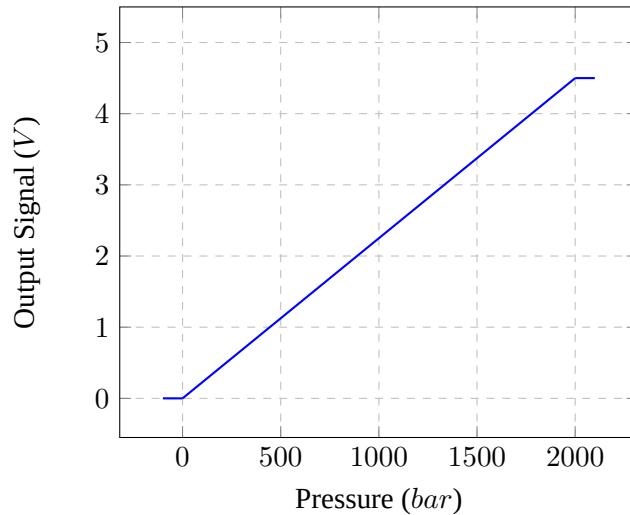


Figure 1 – (a) Schéma de principe de la technique d'injection d'eau, le liquide sous haute pression est injecté par le puits à gauche de l'image. (b) Schéma électrique simplifié de la mesure de pression du dispositif d'injection à haute pression.

- À partir des données fournies en annexe :
  - à la pression maximale du capteur, quelle est la tension issue du capteur ?
  - quelle est la tension maximale en entrée du circuit de contrôle ?
  - de quel rapport faut-il idéalement réduire la tension issue du capteur ?
- On réalise la liaison entre les deux étages à l'aide d'un pont diviseur à résistances. On s'attachera par la suite au dimensionnement complet de ce circuit présenté en figure 1(b). On considère que  $I_m = 0$ . Exprimer  $V_m$  par rapport à  $V_{pres}$ .
- On cherche à trouver des valeurs pour  $R_1$  et  $R_2$  :
  - On souhaite limiter le courant passant à travers  $R_1$  et  $R_2$  à  $800 \mu A$ . En déduire la condition à respecter sur les valeurs des deux résistances.
  - À partir des informations fournies en annexe, choisir un couple de résistances  $R_1$ ,  $R_2$  dans la série E12. Quel est le rapport réel entre  $V_m$  par rapport à  $V_{pres}$  ?
  - De même, trouver le couple le plus adapté en série E24. Quel est le rapport réel entre  $V_m$  par rapport à  $V_{pres}$  ?
- On opte dans un premier temps pour la série E12. Cette série a une tolérance de  $\pm 10 \%$ . À supposer que  $R_1$  vaille sa valeur théorique, exprimer les valeurs de  $V_m$  pour les variations maximales de  $R_2$ .

## Documents annexes

### Caractéristique de transfert du TT Electronics - Pressure sensor 96705



### Valeur des séries normalisées :

**Série E12 :** 100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820

**Série E24 :** 100, 110, 120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910

### Extraits de la documentation du micro-contrôleur et des résistances CMS

## 5.29 10-Bit ADC, Power Supply and Input Range Conditions (MSP430G2x33 Only)

over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T <sub>A</sub>	V <sub>CC</sub>	MIN	TYP	MAX	UNIT
V <sub>CC</sub>	Analog supply voltage	V <sub>SS</sub> = 0 V		2.2		3.6	V
V <sub>Ax</sub>	Analog input voltage <sup>(2)</sup>	All Ax terminals, Analog inputs selected in ADC10AE register	3 V	0		V <sub>CC</sub>	V
I <sub>ADC10</sub>	ADC10 supply current <sup>(3)</sup>	f <sub>ADC10CLK</sub> = 5.0 MHz, ADC10ON = 1, REFON = 0, ADC10SHT0 = 1, ADC10SHT1 = 0, ADC10DIV = 0	25°C	3 V	0.6		mA
I <sub>REF+</sub>	Reference supply current, reference buffer disabled <sup>(4)</sup>	f <sub>ADC10CLK</sub> = 5.0 MHz, ADC10ON = 0, REF2_5V = 0, REFON = 1, REFOUT = 0	25°C	3 V	0.25		mA
		f <sub>ADC10CLK</sub> = 5.0 MHz, ADC10ON = 0, REF2_5V = 1, REFON = 1, REFOUT = 0			0.25		
I <sub>REFB,0</sub>	Reference buffer supply current with ADC10SR = 0 <sup>(4)</sup>	f <sub>ADC10CLK</sub> = 5.0 MHz, ADC10ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 0, REFOUT = 1, ADC10SR = 0	25°C	3 V	1.1		mA
I <sub>REFB,1</sub>	Reference buffer supply current with ADC10SR = 1 <sup>(4)</sup>	f <sub>ADC10CLK</sub> = 5.0 MHz, ADC10ON = 0, REFON = 1, REF2_5V = 0, REFOUT = 1, ADC10SR = 1	25°C	3 V	0.5		mA
C <sub>I</sub>	Input capacitance	Only one terminal Ax can be selected at one time	25°C	3 V		27	pF
R <sub>I</sub>	Input MUX ON resistance	0 V ≤ V <sub>Ax</sub> ≤ V <sub>CC</sub>	25°C	3 V	1000		Ω

- (1) The leakage current is defined in the leakage current table with Px.y/Ax parameter.
- (2) The analog input voltage range must be within the selected reference voltage range V<sub>R+</sub> to V<sub>R-</sub> for valid conversion results.
- (3) The internal reference supply current is not included in current consumption parameter I<sub>ADC10</sub>.
- (4) The internal reference current is supplied through terminal V<sub>CC</sub>. Consumption is independent of the ADC10ON control bit, unless a conversion is active. The REFON bit enables the built-in reference to settle before starting an A/D conversion.

## Thick Film Chip Resistors

Type: **ERJ XG, 1G, 2G, 3G, 6G, 8G, 14, 12, 12Z, 1T**



### Features

- Small size and lightweight
- High reliability  
Metal glaze thick film resistive element and three layers of electrodes
- Compatible with placement machines  
Taping packaging available
- Suitable for both reflow and flow soldering
- Reference Standards  
IEC 60115-8, JIS C 5201-8, EIAJ RC-2134B
- AEC-Q200 qualified (Exemption ERJXG)
- RoHS compliant

■ **As for Packaging Methods, Land Pattern, Soldering Conditions and Safety Precautions,**  
Please see Data Files

### Explanation of Part Numbers

- ERJXGN, 1GN, 2GE, 3GE, 6GE, 8GE, 14, 12, 12Z, 1T Type,  $\pm 5\%$

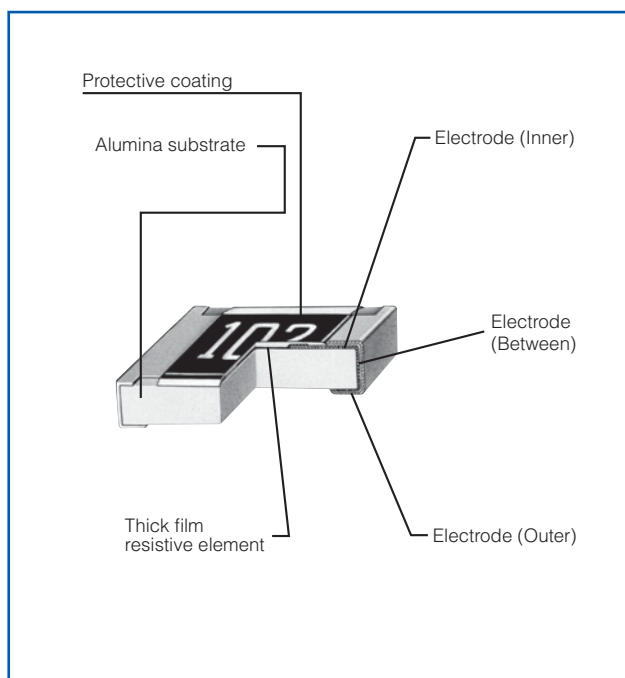
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E	R	J	3	G	E	Y	J	1	0	2	V

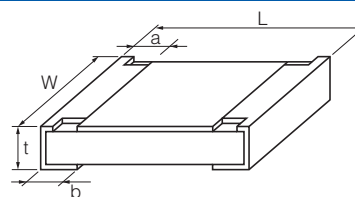
Product Code	Size, Power Rating		Marking		Resistance Tolerance		Packaging Methods				
Thick Film Chip Resistors	Code	Inch	Power R.	Code	Marking	Code	Tolerance	Code	Packaging	Part No.	
	XGN	01005	0.031 W	Y	Value Marking on black side	J	$\pm 5\%$	Y	Pressed Carrier Taping W8P2, 20,000 pcs.	ERJXGN	
	1GN	0201	0.05 W	*Nil	No marking	0	Jumper	U	Embossed Carrier Taping W4P1, 40,000 pcs.		
	2GE	0402	0.1 W	<b>Resistance Value</b> The first two digits are significant figures of resistance and the third one denotes number of zeros following. Decimal Point is expressed by R as 4.7 = 4R7. Jumper is expressed by R00.							
	3GE	0603	0.1 W								
	6GE	0805	0.125 W								
	8GE	1206	0.25 W								
	14	1210	0.5 W								
	12	1812	0.75 W								
	12Z	2010	0.75 W								
	1T	2512	1 W								
								V	Punched Carrier Taping 2 mm pitch, 20,000 pcs.	ERJ2GE	
								U	Punched Carrier Taping 4 mm pitch, 5,000 pcs.	ERJ3GE ERJ6GE ERJ8GE	
									Embossed Carrier Taping 4 mm pitch, 5,000 pcs.	ERJ14 ERJ12 ERJ12Z	
									Embossed Carrier Taping 4 mm pitch, 4,000 pcs.	ERJ1T	

\* When omitted, the rest of the P/N factors shall be moved up respectively.  
(Only XGN, 1GN, 2GE type)

## Construction



## Dimensions in mm (not to scale)



Part No. (inch size)	Dimensions (mm)					Mass (Weight) (g/1000 pcs.)
	L	W	a	b	t	
ERJXG (01005)	0.40 $\pm$ 0.02	0.20 $\pm$ 0.02	0.10 $\pm$ 0.03	0.10 $\pm$ 0.03	0.13 $\pm$ 0.02	0.04
ERJ1G (0201)	0.60 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.03	0.10 $\pm$ 0.05	0.15 $\pm$ 0.05	0.23 $\pm$ 0.03	0.15
ERJ2G (0402)	1.00 $\pm$ 0.05	0.50 $\pm$ 0.05	0.20 $\pm$ 0.10	0.25 $\pm$ 0.05	0.35 $\pm$ 0.05	0.8
ERJ3G (0603)	1.60 $\pm$ 0.15	0.80 $\pm$ 0.15	0.30 $\pm$ 0.20	0.30 $\pm$ 0.15	0.45 $\pm$ 0.10	2
ERJ6G (0805)	2.00 $\pm$ 0.20	1.25 $\pm$ 0.10	0.40 $\pm$ 0.20	0.40 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	4
ERJ8G (1206)	3.20 $\pm$ 0.05	1.60 $\pm$ 0.15	0.50 $\pm$ 0.20	0.50 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	10
ERJ14 (1210)	3.20 $\pm$ 0.20	2.50 $\pm$ 0.20	0.50 $\pm$ 0.20	0.50 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	16
ERJ12 (1812)	4.50 $\pm$ 0.20	3.20 $\pm$ 0.20	0.50 $\pm$ 0.20	0.50 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	27
ERJ12Z (2010)	5.00 $\pm$ 0.20	2.50 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	27
ERJ1T (2512)	6.40 $\pm$ 0.20	3.20 $\pm$ 0.20	0.65 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.20	0.60 $\pm$ 0.10	45

## Ratings

### [For Resistor]

Part No. (inch size)	Power Rating at 70 °C (W)	Limiting Element Voltage <sup>(1)</sup> (V)	Maximum Overload Voltage <sup>(2)</sup> (V)	Resistance Tolerance (%)	Resistance Range ( $\Omega$ )	T.C.R. ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	Category Temperature Range ( $^{\circ}\text{C}$ )
ERJXG (01005)	0.031	15	30	$\pm 5$	4.7 to 1 M (E24)	<10 $\Omega$ : -100 to +600 10 $\Omega$ to 100 $\Omega$ : $\pm 300$ 100 $\Omega$ <: $\pm 200$	-55 to +125
ERJ1G (0201)	0.05	25	50	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)	<10 $\Omega$ : -100 to +600	-55 to +125
ERJ2G (0402)	0.1	50	100	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)		-55 to +155
ERJ3G (0603)	0.1	75	150	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)		-55 to +155
ERJ6G (0805)	0.125	150	200	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)		-55 to +155
ERJ8G (1206)	0.25	200	400	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)	10 $\Omega$ to 1 M $\Omega$ : $\pm 200$	-55 to +155
ERJ14 (1210)	0.5	200	400	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)	1 M $\Omega$ <: -400 to +150	-55 to +155
ERJ12 (1812)	0.75	200	500	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)		-55 to +155
ERJ12Z (2010)	0.75	200	500	$\pm 5$	1 to 10 M (E24)		-55 to +155
ERJ1T (2512)	1	200	500	$\pm 5$	1 to 1 M (E24)		-55 to +155

(1) Rated Continuous Working Voltage (RCWV) shall be determined from  $\text{RCWV} = \sqrt{\text{Power Rating} \times \text{Resistance Values}}$ , or Limiting Element Voltage listed above, whichever less.

(2) Overload (Short-time Overload) Test Voltage (SOTV) shall be determined from  $\text{SOTV} = 2.5 \text{ (Only ERJ2G=2.0)} \times \text{RCWV}$  or max. Overload Voltage listed above whichever less.

### [For Jumper]

Part No. (inch size)	Rated Current (A)	Maximum Overload Current (A)
ERJXG (01005)	0.5	1
ERJ1G (0201)		
ERJ2G (0402)		
ERJ3G (0603)	1	2
ERJ6G (0805)		
ERJ8G (1206)		
ERJ14 (1210)	2	4
ERJ12 (1812)		
ERJ12Z (2010)		
ERJ1T (2512)		

### Power Derating Curve

For resistors operated in ambient temperatures above 70 °C, power rating shall be derated in accordance with the figure below.

