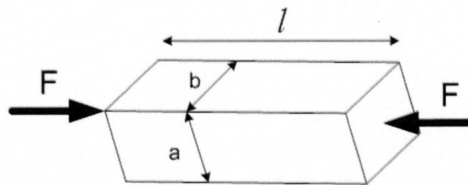


1 Mesure de l'effort dans la pièce à l'aide de jauges de déformation (Extrait concours)

Les freins de service BUBENZER sont équipés d'une électronique de contrôle. Elle surveille le bon état du système de freinage en relevant, entre autres, la température, les forces de freinage et l'usure des garnitures des plaquettes de frein. Nous allons plus particulièrement nous intéresser à la chaîne de mesure relative aux capteurs de force transmis par la pièce. celle-ci comporte un pont de jauges de contraintes, une carte électronique GSV-11. Les schémas d'étude sont des versions simplifiées des cartes électroniques.

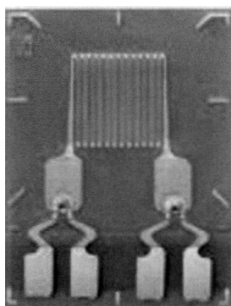
Données et hypothèses de travail :

- On considère une jauge comme un barreau de section rectangulaire $a*b$, de longueur l et de résistivité ρ subissant une déformation suivant l'axe de l , suite à l'application d'un effort F . Cet effort provoque une variation relative de longueur : $+\Delta l$ pour un allongement (fibre tendue, en extension) et $-\Delta l$ pour un raccourcissement (fibre en compression).



- Loi de Poisson pour une barre de section rectangulaire subissant un effort suivant l : $\frac{da}{a} = \frac{db}{b} = -\nu \frac{dl}{l}$ où ν est le coefficient de Poisson du matériau constituant la jauge ($\nu=0,3$, pour le métal de notre jauge).
- Loi de Bridgman : $\frac{d\rho}{\rho} = C \frac{dV}{V}$ où C est la constante de Bridgman pour le matériau résistif ($C=1$ pour le métal de notre jauge) et V le volume de la jauge,
- la déformation relative maximale de ce barreau est $\frac{l}{dl} = 1000$,
- le facteur de jauge est noté K (Gauge factor),

Constitution de la jauge de contraintes :



Une jauge est constituée d'un ruban résistif déposé sur un isolant collé sur une pièce. La jauge suit les déformations de la pièce en modifiant ses caractéristiques dimensionnelles et donc électriques.

Q1/ Calculer la valeur approchée de $K = (1 + 2\nu) + C*(1 - 2\nu)$ pour les jauges métalliques, puis la variation relative de la résistance de la jauge

$\frac{dR}{R} = K * \left(\frac{dl}{l}\right)$. En déduire la variation de résistance dR maximum d'une jauge de 120Ω .

Q2/ Comparer avec les données constructeurs. En s'appuyant sur le **tableau 7** ci-après, préciser le type de matériau utilisé pour cette jauge.

Alliage	Composition	K
Constantan	45 % Ni, 55 % Cu	2,0 à 2,1
Karma	74 % Ni, 20 % Cr, 3 % Cu, 3 % Fe	2,1 à 2,2
Isoélastique	52 % Fe, 36 % Ni, 8 % Cr, 4 % (Mn,Mo)	3,2 à 3,6
Platine Tungstène	92 % Pt, 8 % W	4,0 à 4,6
Semi-conducteur	Silicium monocristal	50 à 200

Tableau 7 : valeurs du facteur de jauge de différents alliages

Étude du pont de Wheatstone :

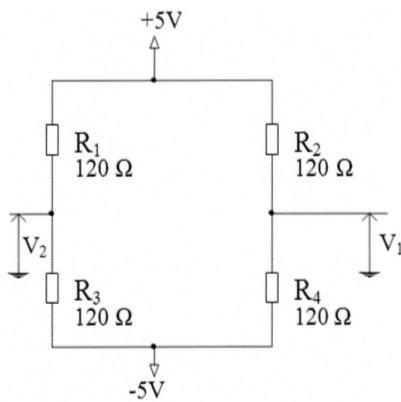


Figure 16 : pont de Wheatstone

Les quatre composants peuvent être des résistances de 120Ω ou des jauges d'une valeur 120Ω . Les tensions d'alimentation sont $+V_{cc}=+5V$ et $-V_{cc}=-5V$. Pour notre étude, nous considérons que :

- l'impédance de sortie du générateur d'alimentation V_{cc} est nulle.
- le courant consommé par les lignes de mesure raccordés à V_1 et V_2 est négligeable.

Q3/ Donner la formule littérale de $V_{out}=V_2-V_1$ en fonction de R_1, R_2, R_3, R_4 et $\pm V_{cc}$.

Analyse du comportement du pont suivant le placement des jauges :

Q4/ Compléter le tableau du **document réponse DR2** en indiquant si nécessaire :

- l'expression littérale de la variation de la tension ΔV_{out} due à la variation ΔR de la ou des jauge(s) considérée(s),
- l'expression littérale simplifiée de ΔV_{out} en supposant que $\frac{\Delta R}{R_0} \ll 1$,
- la sensibilité obtenue en calculant $\frac{\Delta V_{out}}{V_{cc}}$.
- Finalement, vous cochez dans la colonne « choix », le placement qui vous paraît le plus judicieux.

Étude du circuit de mesure :

Pour cette étude, nous utiliserons des extraits simplifiés du circuit qui mesure le signal du pont de jauges de contraintes.

Q5/ Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel intégré U1A décrit figure 17 ?

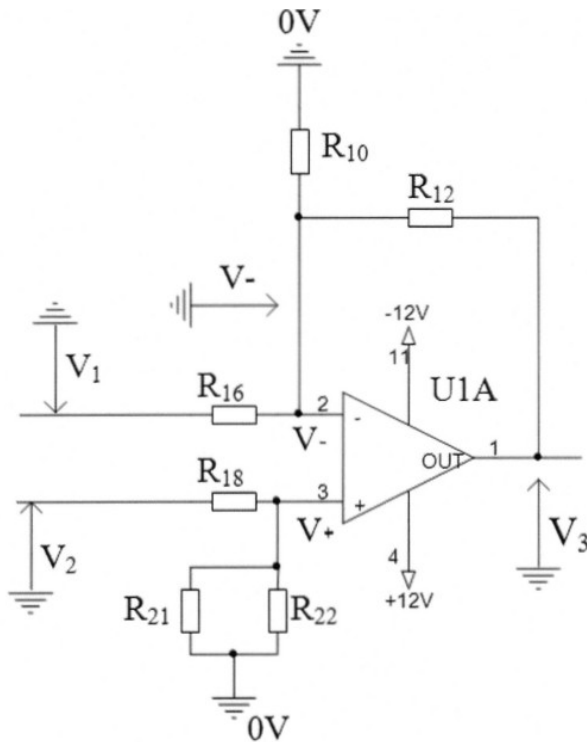


Figure 17 : Montage de U1A

$$R_{12} = R_{22} = 100 \text{ k}\Omega \text{ et } R_{10} = R_{21} = R_{16} = R_{18} = 10 \text{ k}\Omega$$

Q6/ Sans calcul, justifier l'hypothèse que notre chaîne de mesure n'a pas d'influence sur le pont de Wheatstone. L'impédance équivalente de Thévenin de ce pont de Wheatstone vu de V_1 ou V_2 vaut 600 Ohms .

Q7/ Donner l'expression littérale de la fonction de transfert du montage de la figure 17 ; $V_3 = f(V_1, V_2)$.

Q8/ Indiquer le rôle de ce montage et calculer la forme algébrique de la fonction de transfert.

Q9/ Nous considérons le montage constitué autour de l'amplificateur intégré U1B de la figure 18. A partir des trois résultats de simulations des **figures 19,20 et 21**, déduire le rôle des potentiomètres R_7 et R_{15} . Conclure sur la méthode de réglage de cette chaîne de traitement.

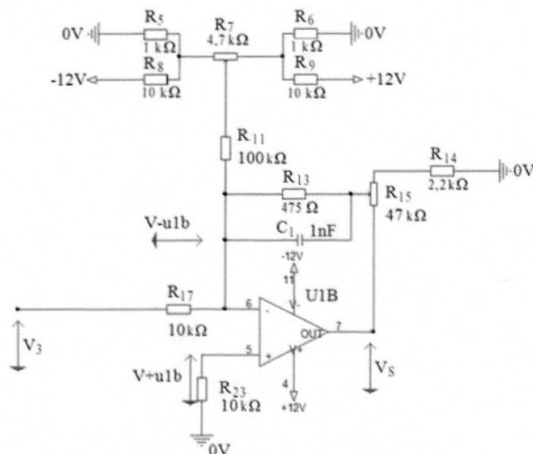


Figure 18 : montage de U1B

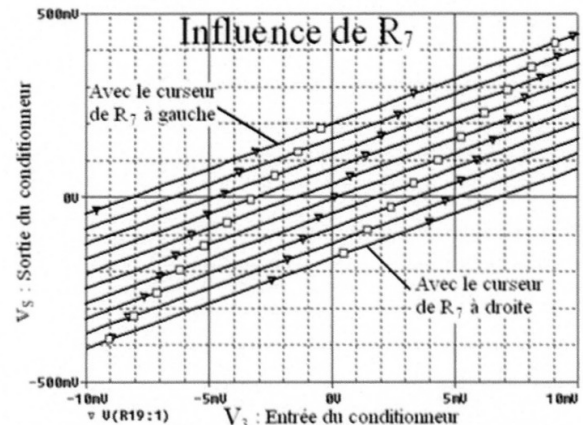


Figure 19 : influence de R_7 avec R_{15} fixe

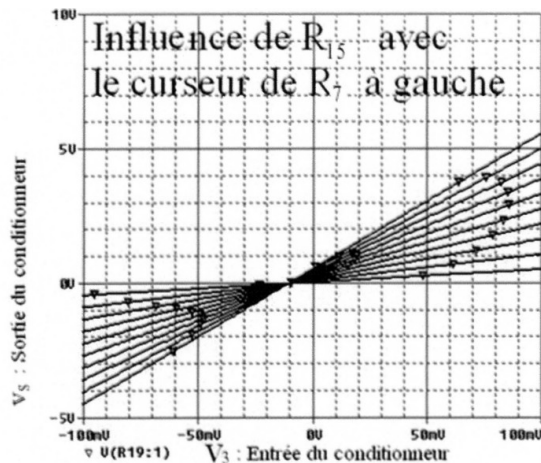


Figure 20 : influence de R_{15} avec R_7 fixe

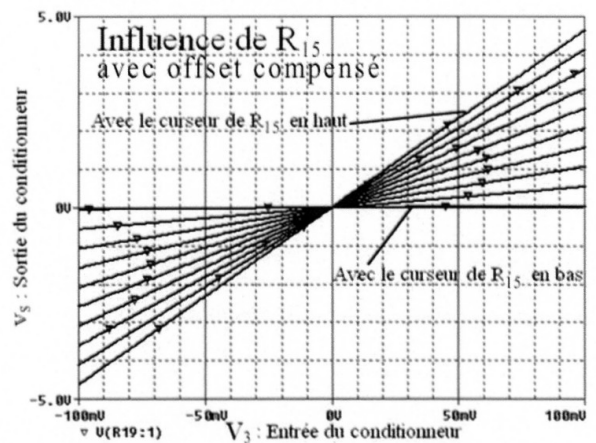


Figure 21 : influence de R_{15} avec offset compensé



Afin d'améliorer les performances de la chaîne de mesure, on propose l'utilisation du conditionneur CPJ-CPJ2S. Celui-ci transmet un signal en 4/20 mA. Il filtre le signal du capteur. Nous prendrons en référence un capteur d'axe dynamométrique M16 de 4 tonnes avec une sensibilité de 1 mV/V. La valeur de la charge maximale à mesurer est estimée à 25 000 N. Le capteur est alimenté en 10V. On consultera les documents techniques DT7 et DT7 suite.

Q10/ A l'aide des informations précédentes, indiquer la tension d'alimentation du capteur, sa charge nominale et sa sensibilité (signal de sortie). Pour justifier votre réglage, calculer la sensibilité S_g à l'aide du paragraphe 4.5 du document technique DT7 suite. Positionner un cavalier sur la carte du document réponse DR3 afin de sélectionner cette sensibilité.

Q11/ En vous appuyant sur les documents techniques DT7 et DT7 suite, compléter le schéma structural de la carte sur le document réponse DR3, en représentant le pont de Wheatstone et les

bornes utilisées pour transmettre l'information à l'automate.

Remarques concernant le paragraphe 4.1 du **document DT7** :

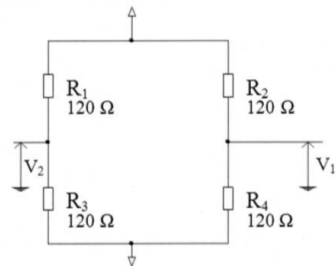
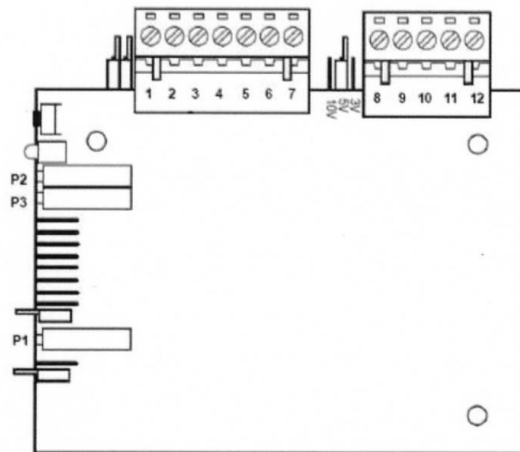
- les sorties Ex^+/Ex^- du conditionneur permettant l'alimentation d'un capteur extérieur
- les entrées Sig^+/Sig^- du conditionneur récupèrent le signal issu du capteur.

Document réponse DR2

Placement	Forme littérale complète de ΔV_{out} avec R_0 et ΔR	Forme littérale simplifiée	Choix	Sensibilité $\Delta \frac{V_{out}}{V_{CC}}$
$R_2 = R_3 = R_4 = R_0$ $R_1 = R_0 + \Delta R$	$\Delta V_{out} = \frac{-\Delta R}{2R_0 + \Delta R} V_{CC}$			
$R_2 = R_4 = R_0$ $R_1 = R_0 + \Delta R$ $R_3 = R_0 - \Delta R$				
$R_3 = R_4 = R_0$ $R_1 = R_0 + \Delta R$ $R_2 = R_0 - \Delta R$				
$R_1 = R_4 = R_0 + \Delta R$ $R_2 = R_3 = R_0 - \Delta R$				

Document réponse DR3

Câblage de la carte en dessinant les différentes liaisons nécessaires



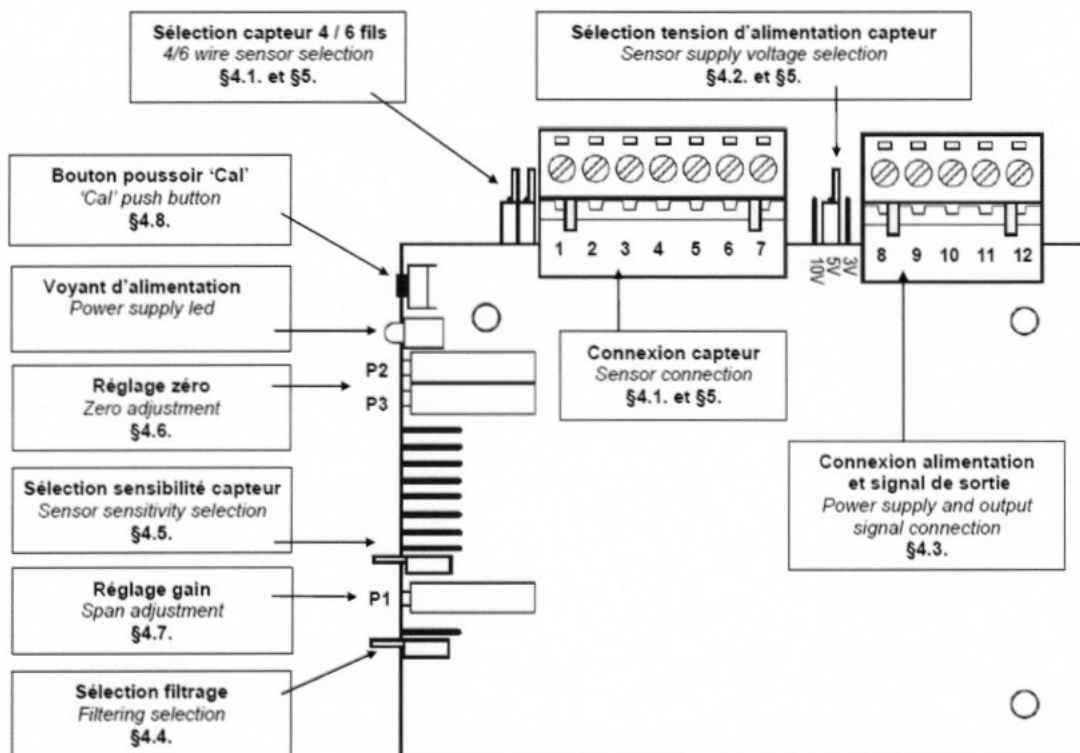
— Cavaliers à positionner

Tournez la page S.V.P.



DT7 : paramétrage du conditionneur de signal analogique CPJ

§4. Position des raccordements et organes de réglage – Wiring and setting devices positioning



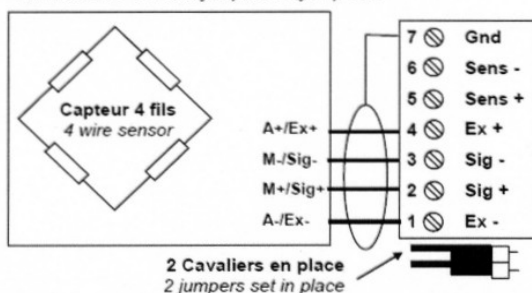
§4.1. Raccordements des capteurs – Sensors connection

Le CPJ peut conditionner jusqu'à 4 capteurs 350Ω connectés en parallèle à l'aide d'un boîtier de raccordement ALCJB.

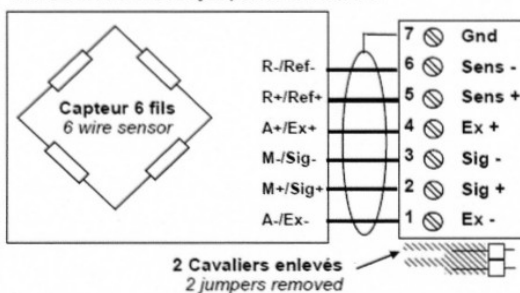
The CPJ is able to manage up to 4 load cells (350Ω) connected in parallel through an ALCJB junction box.

• Connexion capteur – Sensor connection

Capteur 4 fils. Les 2 cavaliers restent en place.
4 wire sensor. The two jumpers stay in place.



Capteur 6 fils. Les 2 cavaliers sont enlevés.
6 wire sensor. The two jumpers are removed.



§4.2. Tension d'alimentation capteur – sensor supply voltage

Positionner le cavalier à l'emplacement correspondant à la tension choisie : 3VDC, 5VDC ou 10VDC.

Set the jumper in position corresponding to the selected voltage : 3VDC, 5VDC or 10VDC.

Les capteurs sont généralement alimentés en 5V (par défaut).

The load cells are generally supplied in 5V (default value).

La tension 3V est utile pour certains capteurs particuliers, la tension 10V est recommandée pour les capteurs ayant une faible sensibilité (ou signal de sortie).

3V voltage is useful for some particular sensors, 10V is recommended for low sensitivity (or low output signal) sensors.

Attention :

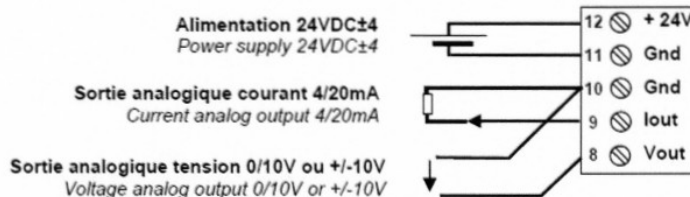
- Pour une alimentation 10VDC, seulement 2 capteurs 350 Ω peuvent être raccordés.
- Pour des capteurs utilisés en zone ATEX et protégés par des barrières zener, ne pas utiliser la tension 10V.

Warning :

- With 10VDC supply voltage, only 2 load cells (350 Ω) can be connected.
- For load cells used in ATEX area and protected by Zener barriers, do not use 10V supply voltage.

DT7 suite : paramétrage du conditionneur de signal analogique CPJ

§4.3. Alimentation et sorties analogiques – Power supply and analog outputs



Les sorties analogiques courant 4/20mA et tension 0/10V peuvent être utilisées simultanément. Les bornes 'Gnd' sont interconnectées sur le circuit.

4/20mA current analog output and 0/10V voltage analog output can be used simultaneously. The 'Gnd' points are internally connected in the circuit board.

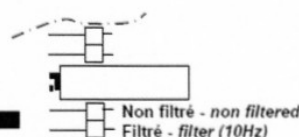
§4.4. Filtrage du signal capteur – Sensor signal filtering

Le filtre est du type Passe-bas du 2^{ème} ordre avec une fréquence de coupure à 10Hz, cavalier en position Filtré (Par défaut). Le filtre permet généralement d'éliminer les perturbations générées par des vibrations de la structure... Si un temps de réponse rapide est nécessaire passer le cavalier en position Non filtré.

The filter is a second order low-pass type with 10Hz cutting frequency. The filter is generally used to eliminate problems caused by vibrations of the installation. If a quick response time is necessary, it is recommended to disable the filter. This jumper is required for normal operation even when filtering is not used.

- Sélectionner le filtrage – Enable filtering

Cavalier de validation du filtrage
Jumper to set filter mode



§4.5. Sélection sensibilité capteur – Sensor sensitivity selection

Pour obtenir un signal correct sur la sortie analogique (0/10V ou 4/20mA), positionner le cavalier de configuration selon le tableau suivant :

To get the correct signal on the analog output (0/10V or 4/20mA), set the sensor sensitivity jumper according to the following table:

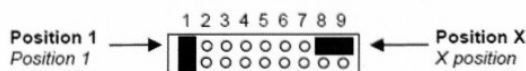
Nota : La sensibilité du capteur est indiquée dans la fiche de contrôle jointe au capteur.

Nota : The load cell sensitivity is indicated on the quality control sheet attached with the load cell.

- Position du cavalier de configuration – Positioning of configuration jumper

Sensibilité capteur (mV/V) Sensor sensitivity (mV/V)			Position cavalier Jumper position
Alimentation capteur 3V Sensor power supply 3V	Alimentation capteur 10V Sensor power supply 10V	Alimentation capteur 5V Sensor power supply 5V	
0.50 → 0.66	0.15 → 0.20	0.30 → 0.40	X
0.66 → 0.93	0.20 → 0.28	0.40 → 0.56	1
0.93 → 1.30	0.28 → 0.39	0.56 → 0.78	2
1.30 → 1.80	0.39 → 0.54	0.78 → 1.08	3
1.80 → 2.50	0.54 → 0.75	1.08 → 1.50	4
2.50 → 3.40	0.75 → 1.02	1.50 → 2.05	5
3.40 → 4.65	1.02 → 1.40	2.05 → 2.80	6
4.65 → 6.50	1.40 → 1.95	2.80 → 3.90	7
6.50 → 8.80	1.95 → 2.65	3.90 → 5.30	8
8.80 → 12.50	2.65 → 3.75	5.30 → 7.50	9

Pour la position X, mettre le cavalier entre 8 et 9.
For X position, put the jumper between 8 and 9.



Exemple - Example

- Capteur 500kg avec sensibilité 2mV/V.
Alimentation capteur : 5V
Load cell with 500kg capacity and 2mV/V sensitivity.
Load cell supply voltage : 5V
- Charge maximale à mesurer : 300kg pour 10V
Maximum load to be measured : 300kg for 10V
- Sensibilité pour une charge de 300kg =
(300kg/500kg) x 2mV/V = 1.2mV/V
Sensitivity for a 300kg load =
(300kg/500kg) x 2mV/V = 1.2mV/V
- On placera le cavalier en position 4.
The jumper will be set in position number 4