

Capteur CentoNewton-Ba - ajustement

Ce document décrit l'ajustement de la version Ba du capteur de force CentoNewton, première itération "propre" après l'introduction de la version majeure B (projet de semestre de Dara Haftgoli).

Thomas Maeder, 27.4.2012.

Projet : CentoNewton

Mots-clefs : ajustement, électronique à un amplificateur

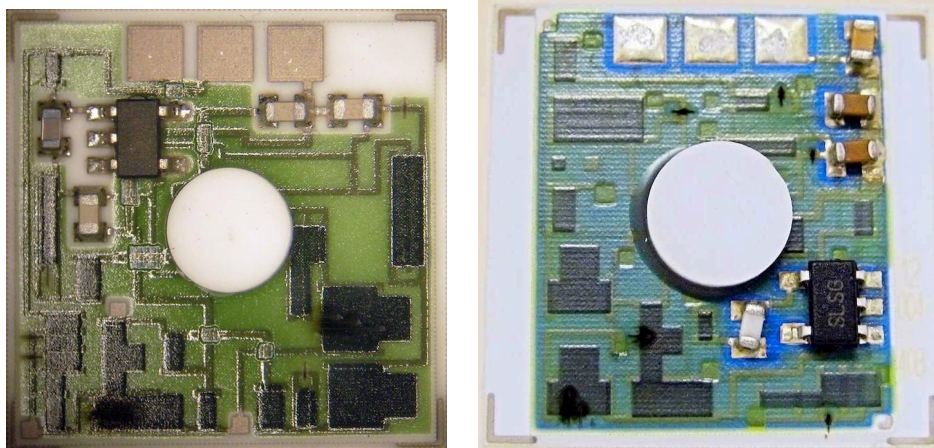


Figure 1. Capteurs CentoNewton-Aa (gauche) et CentoNewton-Ba (droite).
Embase : 16.00×16.00 mm² ; plateforme A : 15.24×15.24 mm² ; plateforme B : 12.70×15.24 mm²

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	2
2. AJUSTEMENT	3
3. RESULTATS ET OBSERVATIONS.....	4
4. CHANGEMENTS RECOMMANDES POUR LA VERSION BB.....	4
5. REFERENCES.....	5

1. Introduction

Dans le cadre du projet de semestre de Dara Haftgoli [1], on a développé une nouvelle version majeure du capteur CentoNewton [2-5], principalement pour diminuer la taille de la partie active (Figure 1, Figure 2), cela pour deux raisons :

- 1) Principalement, les dimensions de la version A ($15.24 \times 15.24 \text{ mm}^2$) ne laissent pas assez de place sur l'embase (bord de 0.38 mm seulement) pour appliquer la force nécessaire à l'individualisation des capteurs à la fin de l'ajustement ; il faut être prudent, avec néanmoins un risque d'endommager des capteurs. La version B, plus étroite ($12.70 \times 15.24 \text{ mm}^2$), laisse 1.65 mm sur deux bords, ce qui est nettement plus confortable pour casser l'embase selon ses lignes de rayage.
- 2) Ce faisant, on passe de $36 = 6 \times 6$ à $56 = 8 \times 6$ capteurs par substrat "capteur", ce qui augmente la productivité de 33%, pour la partie variable en nombre du travail de sérigraphie.

La taille de l'embase reste inchangée, à $16.00 \times 16.00 \text{ mm}^2$, ce qui conserve la compatibilité avec l'ancienne version (important, car déjà un produit vendu) ; le montage final sur l'embase et l'ajustement se font donc toujours selon une grille de $36 = 6 \times 6$ capteurs.

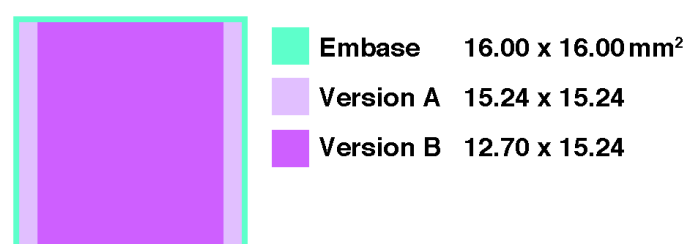


Figure 2. Versions CentoNewton – photo et layout, avec ajustements et marquages.

2. Ajustement

L'électronique du capteur CentoNewton (A et B) est similaire à celle de la version majeure actuelle du MilliNewton (B) et du SH200 ; il s'agit d'un circuit à un seul amplificateur [6]. Dans le cas du CentoNewton :

- Tout le circuit (pont de mesure + ajustement grossier + amplification) se situe sur un seul et même support en alumine, qui sert aussi de membrane déformable [3-5].
- Tout l'ajustement se fait en une seule étape (ajustement actif, final) ; il n'y a pas d'ajustement passif (supprimé suite aux premiers essais sur les prototypes de la version A, avant la 1^{ère} série [7]¹).
- Il n'y a pas d'ajustement en température de l'offset.

L'ajustement comporte les étapes suivantes, détaillées dans la feuille "ajustement" du classeur associé à ce document [8] :

- Ajustement grossier discret², en coupant des pistes court-circuitant les résistances Rg1, Rg2 et Rg3 ; type d'ajustement "ternaire" :
 - o Pas de coupe : résistance court-circuitée et donc inactive
 - o Coupe + : décalage positif de l'offset
 - o Coupe - : décalage négatif de l'offset
- Configuration du gain³, par coupe dans les courts-circuits de Rgain2...Rgain5⁴
- Pré-ajustement de l'offset, pour test et ajustement de la pleine échelle (*span*)
 - o Contrôle : réjection du capteur si échec
- Ajustement du *span*, en une étape (si déjà proche de la valeur finale) ou deux (si plus éloigné)
- Ajustement final de l'offset

¹ Cet aspect est une différence importante avec le MilliNewton ou le SH200, dont la cellule de mesure est un élément produit séparément, et comportant déjà le pré-ajustement grossier de l'offset par coupes discrètes.

² On évite de couper dans des résistances de relativement forte valeur, ce qui est un facteur d'instabilité (microfissures).

³ Là aussi, évite de couper dans les résistances de forte valeur ; le circuit permet par multiplication une très large gamme de gains [6].

⁴ Les résistances Rgain1...5 sont appelées Ra0, 1, 2, ... dans le circuit original [6] – sera changé dans les itérations ultérieures ; Ra0 (ici Rgain1) est toujours activée.

3. Résultats et observations

Les résultats sont résumés dans la feuille "production" du classeur [8]. On peut faire trois observations principales :

- 1) Globalement, le rendement de production, pour les capteurs produits en conditions standard, est bon : 95%.
- 2) Cependant, l'ajustement grossier de l'offset reste problématique ; on doit faire des coupes trop extrêmes dans les résistances d'offset fin, et, malgré cela, l'ajustement échoue parfois, ce qui est responsable d'une grosse partie du rebut⁵. La principale cause est l'incapacité à bien corriger des offsets négatifs : on ne peut mesurer l'amplitude de l'offset si la sortie du circuit est saturée.
- 3) D'autre part, le circuit est assez étriqué – les positions des coupes sont trop critiques.

4. Changements recommandés pour la version Bb

Les changements recommandés pour la version suivante sont schématisés à la Figure 3, et décrits au Tableau 1.

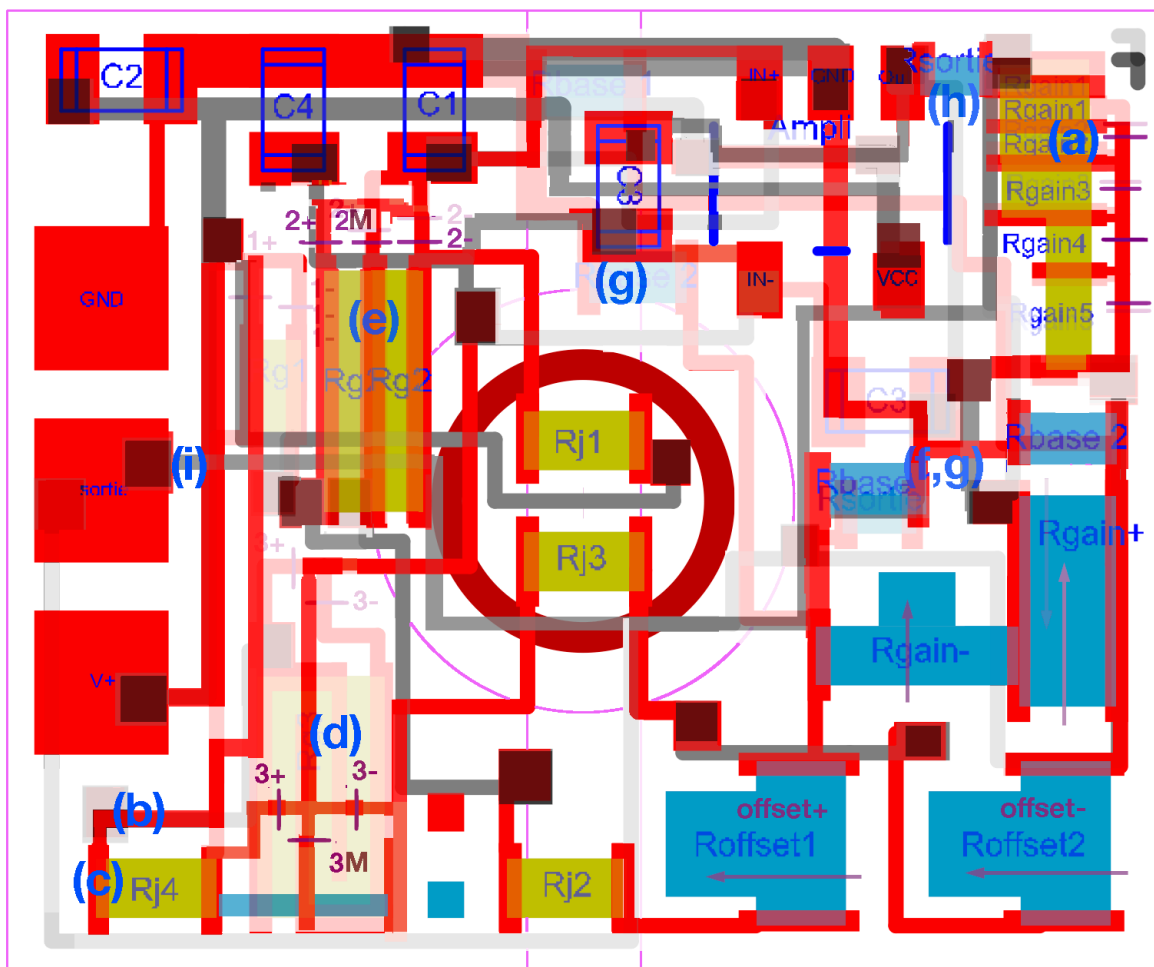


Figure 3. Capteur CentoNewton Ba – dessin des changements préconisés pour l'itération Bb.

⁵ La proportion de capteurs vraiment "mauvais" (piste coupées, courts-circuits, problèmes de montage, etc.) semble très faible (<3%).

Marque	Date	Élément	Changement / notes
a	2012-04-26	Rgain = Ra	Diminuer la largeur des pistes internes - gain de place
b	2012-04-26	Rj4	Permuter les conducteurs : permettre liaison directe avec Rg3 - gain de place & simplicité
c	2012-04-26	Rj4	Légèrement allonger, pour créer léger déséquilibre positif du pont
d	2012-04-26	Rg3	Remplacer par fourchette 100 Ω : gain de place & modularité
e	2012-04-26	Rg1-2	Remplacer par fourchette Rg2 : crans plus petits
f	2012-04-26	Rbase1/2	Augmenter la valeur de $\approx 20-30\%$, afin de diminuer le gain
g	2012-04-26	Rbase1/2, C3	Permuter position Rbase1/2 & C3
h	2012-04-26	Rsortie	Mettre Rsortie vers Rgain
i	2012-04-26	Piste de sortie	Passer plus directement - éviter points faibles plages ; mettre plages directement sur l'alumine (plus robuste en cas de brasage brésilien)
j	2012-04-27	Ajustement gain+	Ajustement depuis l'autre côté de la résistance (pas d'effet sur le layout - déjà implémenté pour 12C005...12C012)

Tableau 1. Liste des changements préconisés pour la version Bb.

5. Références

- [1] Haftgoli-Bakhtiari-D, "Optimisation des dimensions d'un capteur de force (CentoNewton)", Projet de semestre, EPFL-LPM, section de microtechnique, Lausanne (CH), 2012, <http://infoscience.epfl.ch/record/229455>.
- [2] "Ajustement des capteurs CentoNewton", rapport LPM "2006-08-10 Ajustement CentoNewton", 2006, <http://infoscience.epfl.ch/record/229451>.
- [3] Maeder-T Saglini-I Corradini-G Ryser-P, "Low-cost thick-film force sensors for the 100 N force range", Proceedings, XXX International Conference of IMAPS Poland Chapter, Kraków, Poland, 193-196, 2006, <http://infoscience.epfl.ch/record/117941>.
- [4] Affolter-G, "Amélioration d'un capteur de force low-cost", Projet de semestre, EPFL (CH), section de microtechnique, 2007, <http://infoscience.epfl.ch/record/229452>.
- [5] Maeder-T Affolter-G Johner-N Corradini-G Ryser-P, "Optimisation of a thick-film 10-400 N force sensor", Microelectronics Reliability 48 (6), 902-905, 2008, <http://infoscience.epfl.ch/record/118465>.
- [6] "Électronique modulaire v2 – schéma et calculs", rapport LPM "2005-03-17 calculs électronique modulaire v2", 2005.
- [7] "Production CentoNewton, prototypes + pré-série 08-100", rapport LPM "2008-08-25 CentoNewton 08-100 & 08-300 - protos & production", 2008, <http://infoscience.epfl.ch/record/226337>.
- [8] Fichier de tableur "CentoNewton Ba - ajustement laser - 2012-04-27.xlsx"