

Réalisation d'un système de mesure d'angle de flexion et d'extension des membres inférieurs

M. Adnane, S. Boukhenous et M. Attari

Laboratoire d'Instrumentation
Faculté d'Electronique et d'Informatique
USTHB, BP.32, El-Alia, Bab-Ezzouar, 16111, Alger
Email : adnanemourad@yahoo.fr, sboukhenous@usthb.dz, mattari@usthb.dz

Résumé

Plusieurs outils peuvent être réalisés pour accompagner les athlètes durant leurs entraînements permettant le contrôle de leurs gestes sportifs. D'autre part, la possibilité aux médecins physiologistes d'apporter des modifications aux exercices d'entraînement pour des performances optimales. L'objectif de ce travail, est la réalisation d'un système de mesure digital de l'angle entre la cuisse et la jambe. Ce système est basé autour de deux capteurs à effet Hall et un aimant permanent, le tout placé sur une tige longitudinale selon le plan sagittal du genou, ce système sera ensuite placé sur une genouillère que l'athlète devra porter. En fonction de la flexion ou de l'extension des membres inférieurs, l'entraîneur peut visualiser sur un afficheur l'angle réalisé par son athlète durant un exercice physique. En outre des signaux lumineux ou sonores doivent être activés à chaque passage de la limite minimale et maximale de l'angle souhaité, permettant ainsi aux athlètes un contrôle musculaire du mouvement répété. Enfin, une acquisition du signal angle sur PC via le port USB permettra au médecin du sport de suivre l'évolution du mouvement chez les athlètes. Cette dernière contribuera à intégrer dans le processus de préparation des athlètes, des exercices de perfectionnement des éléments qui seront jugés insuffisamment développés par rapport à la moyenne générale.

I. INTRODUCTION

La pratique du sport de haut niveau est de nos jours de plus en plus tributaire aux développements technologiques, ces techniques visent à optimiser le rendement de l'athlète et ce par une adaptation des entraînements aboutissant à l'amélioration du geste sportif. A partir de la nous avons choisi de réaliser un système de mesure d'angle de flexion et d'extension au niveau du genou et cela pour permettre aux médecins du sport d'introduire la donnée angle dans leur étude du geste sportif et leur évaluation des capacités intrinsèques des athlètes. Notre objectif est la réalisation d'un système de mesure d'angle de flexion et d'extension au niveau du genou, ce système peut être utilisé pour étudier des gestes sportives, ou bien apporter un élément d'information supplémentaire lors de l'exécution de ces gestes. Les médecins physiologistes et les entraîneurs sont les personnes les mieux à même à utiliser puis à tirer les conclusions adéquates des données acquises par ce système. D'autre part des solutions adaptées peuvent être réalisées en consultation avec ces spécialistes.

II. DESCRIPTION DE LA METHODE

Plusieurs techniques sont utilisées pour la mesure de l'angle, ces techniques sont parfois manuels et visent un domaine en particulier tel le goniomètre utilisé en rééducation clinique, le but recherché dans ce cas est la mesure de l'angle au niveau de l'articulation après chaque séance thérapeutique, la mesure de l'angle en temps réel est alors pas nécessaire. D'autres techniques nécessitent la mesure de l'angle en temps réel, en particulier celle dédiée à l'étude du geste sportif ; ces techniques peuvent être encombrantes et gêner l'athlète lors de l'exécution du geste sportif. Notre méthode de mesure repose sur l'utilisation de deux petits capteurs de proximité à effet Hall combinés à un aimant permanent le tout fixé sur deux tiges solidaires autour d'un axe de rotation, ces tiges sont disposées sur une genouillère que l'athlète devra porter lors de la pratique sportive. Ce système présente l'avantage d'être peu encombrant et par conséquent ne gêne pas l'athlète dans la réalisation du geste technique. Les capteurs à effet Hall ont la particularité de fournir une tension continue proportionnelle au vecteur d'induction magnétique B , le fait de faire tourner une tige par rapport à l'autre éloigne l'aimant permanent du capteur ce qui résulte par une diminution de la tension de sortie, ce principe est utilisé pour déduire l'angle de rotation.

La figure 1 représente les deux tiges formant notre système mécanique tournant, on voit bien l'emplacement réservé aux deux capteurs à effet Hall sur la tige 1, l'aimant permanent sera placé sur la tige deux à la limite de l'axe de rotation. Les deux tiges montées ensemble auront une envergure de 160 mm et une largeur de 5 mm.

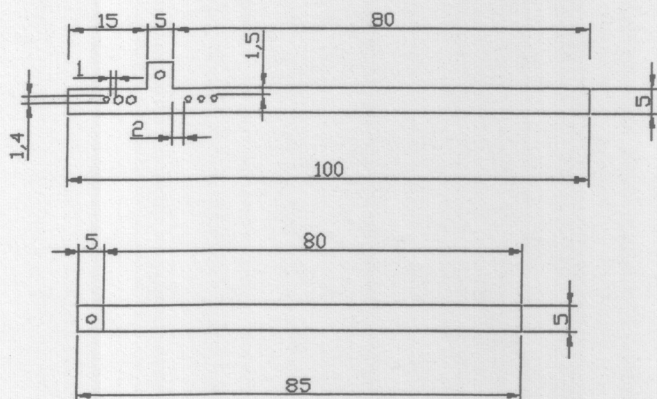


Figure 1 : Les deux tiges formant le système mécanique de mesure.

III. DISCUSSION DES RESULTATS

Différentes mesures réalisées au sein de notre laboratoire ont été effectuées dans le but de la linéarisation de la réponse de nos deux capteurs, une grille étalon (Figure 2) réalisé grâce au logiciel Autocad¹, nous a permis de relever la tension en fonction de l'angle de déviation.

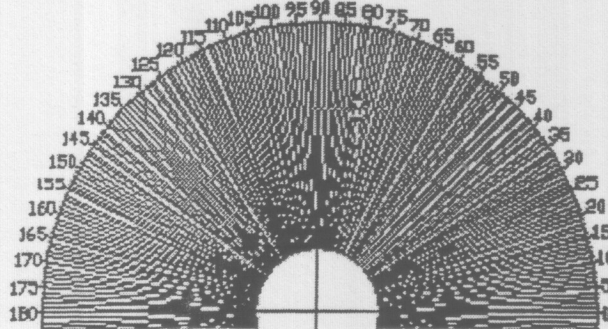


Figure 2 : grille d'étalonnage des capteurs à effet Hall

Les données recueillis lors de nos mesures traduisent une non linéarité de la réponse des deux capteurs, afin de pouvoir mesurer puis afficher l'angle de déviation correctement nous avons linéarisé nos deux capteurs, les résultats obtenus

¹ Logiciel de dessin technique utilisé en Architecture notamment.

² Logiciel de traçage et de calculs relatifs aux courbes.

sont illustrées par la figure .3 et la figure .4 (réalisées par le logiciel origin²). On voit bien que la tension recueillie est proportionnelle à la déviation angulaire.

Relevé des tensions en fonction de l'angle (15 à 95 degré)

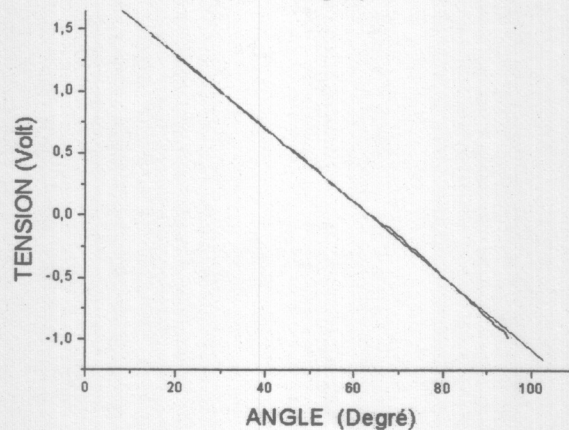


Figure 3. graphe de la tension en fonction de l'angle du capteur 1.

Tension en fonction de l'angle (de 90 à 180 degré)

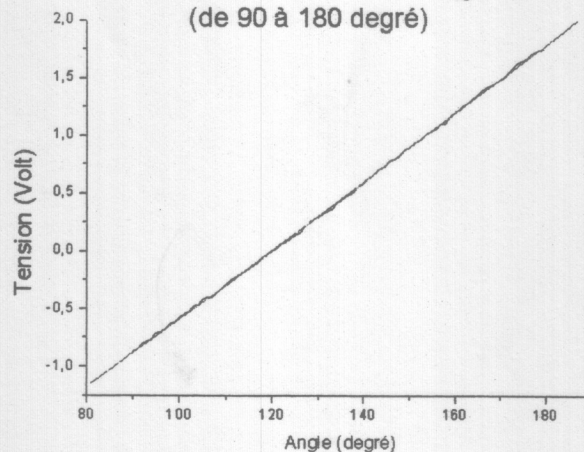


Figure 4 : graphe de la tension en fonction de l'angle du capteur 2.

IV. REALISATION ET PERSPECTIVES

L'implémentation de notre système se fait à travers le placement de notre tige sur une genouillère, le système ainsi décrit peut être porté

par l'athlète durant la réalisation du geste technique (voir figure 5).

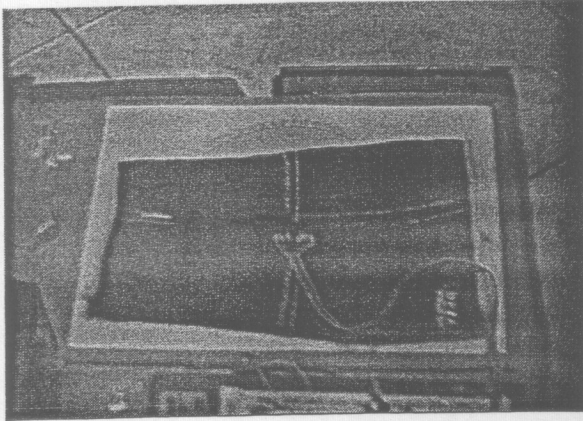


Figure 5. Prototype du système de mesure d'angle

La mesure de l'angle pourra trouver son intérêt en la combinant à d'autres données relatives à l'athlète et à la réalisation du geste technique, ces données peuvent se résumer dans notre cas au Relevés électromyographiques des membres inférieurs et au relevé de force vertical exercé. L'étude du geste technique de l'arraché en haltérophilie permettra de ressortir les défauts techniques dans sa réalisation, une flexion d'un angle donnée au niveau du genou avant l'exécution du geste donnerait de meilleurs résultats. Une base de donnée permettra non seulement de comparer les performances des différents athlètes mais aussi l'évolution de chaque athlète dans le temps, c'est dans cet esprit que se dessine nos perspectives de réalisation d'un système globale incluant la mesure de force, d'angle et d'électromyographie pour une étude détaillé du geste sportif.

V. CONCLUSION

Notre objectif était la réalisation d'un système de mesure d'angle au niveau du genou en respectant deux aspects fondamentaux, la mesure ne doit pas gêner l'athlète durant l'exercice physique et notre système doit être adaptable aux différentes disciplines sportifs. Dans cette optique nous avons réalisé un système de mesure d'angle non encombrant et pouvant être utilisé dans différentes disciplines sportives. L'utilisation de cet instrument peut être améliorée par l'acquisition et l'enregistrement des données recueillis sur micro-

ordinateur. La donnée angle de flexion et d'extension combinée aux tracés électromyographies et au relevé de force constituera une base de donnée conséquente pour les médecins physiologistes pour l'étude des gestes sportives et leur amélioration.

VI. REFERENCES

- [1] http://www.nantes-mpr.com/genou/lca_art.htm; "Rééducation après reconstruction du ligament croisé antérieur : kinésithérapie de proximité ou centre de rééducation ? ", Nantes - Médecine Physique et Réadaptation - www.Nantes-MPR.com
- [2] www.datasheetcatalog.com ; *Allegro microsystems, inc* " UGN35U datasheet ".
- [3] <http://etronics.free.fr/dossiers/analog/analog48/capthall.htm>, " Les capteur à Effet Hall ".
- [4] Mircea Fagarasanu, Shrawan Kumar, Yogesh Narayan; " Measurement of angular wrist neutral zone and forearm muscle activity" , *Clinical Biomechanics 2004*.
- [5] Hideaki Onishi a, Ryo Yagi b, Mineo Oyama c, Kiyokazu Akasaka d, Kouji Ihashi e, Yasunobu Handa f ;
" EMG-angle relationship of the hamstring muscles during maximum knee flexion" *Clinical Biomechanics 2002*.
- [6] Simon Bouisset, Bernard Maton; " Muscles posture et mouvement ; Bases et applications de la méthode électromyographique ", Hermann 1995.