

Étude expérimentale de neurones de Morris-Lecar (réalisation et couplage)

Rachid Behdad, Stéphane Binczak, Sabir Jacquir, Matthieu Rossé & Jean-Marie Bilbault

Laboratoire LE2I CNRS UMR 6306, Université de Bourgogne, 9 avenue Alain Savary, 21078 Dijon, France.
rachid.behdad@u-bourgogne.fr

Nous présentons dans cette étude un neurone électronique expérimental basé sur le modèle complet de Morris-Lecar [1] afin d'obtenir une cellule de base pour étudier l'association collective de neurones couplés. La conception du circuit [2] est donnée en détail selon les différents courants ioniques du modèle. Les résultats expérimentaux sont comparés aux prédictions théoriques, conduisant à un bon accord, ce qui valide donc notre circuit. Nous présentons les différents domaines de bifurcation selon les paramètres de contrôle, la capacité membranaire et le courant d'excitation. Nous avons mis en évidence le comportement du neurone pour chaque zone.

Un couplage faible de ces neurones est introduit en utilisant des simulations Pspice (Mentor Graphics) où les neurones ont été conçus pour être les mêmes qu'expérimentalement. Premièrement, nous avons simulé une chaîne fermée de 26 neurones le long de laquelle les ondes se propagent avec des phases en opposition 2 à 2 [3]. Ici, on travaille dans une zone présentant uniquement un cycle limite stable. Deuxièmement, une dizaine de neurones sont couplés dans une deuxième zone où il y a deux attracteurs, un cycle limite stable et un point fixe stable, tandis qu'entre eux se trouve un cycle instable. Selon le nombre de neurones qui oscillent initialement et les conditions aux bords, la simulation montre que le système évolue vers un état où seuls 1, 2 ou 3 neurones restent à l'état oscillatoire, tandis que les autres sont retournés à un état de repos, ce qui met en évidence un phénomène de clusterisation.

Il est à noter que certaines parties de notre circuit de base peuvent être utilisées dans d'autres modèles de neurones car ces parties correspondent à la production des divers courants ioniques.

Références

1. C. MORRIS, AND H. LECAR, Voltage oscillations in the barnacle giant muscle fiber, *Biophysical journal*, **35** (1), 193–213 (1981).
2. R. BEHDAD, AND S. BINCZAK, AND AS. DMITRICHEV, AND VI. NEKORKIN, AND J-M. BILBAULT, Artificial Electrical Morris–Lecar Neuron, *Neural Networks and Learning Systems, IEEE Transactions on*, (2014).
3. AS. DMITRICHEV, AND VI. NEKORKIN, AND R. BEHDAD, AND S. BINCZAK, AND J-M. BILBAULT, Anti-phase wave patterns in a ring of electrically coupled oscillatory neurons, *The European Physical Journal Special Topics*, **222** (10), 2633–2646 (2013).