

Интелигентен модул за определяне на диференциалния праг на чувствителност при соматосензорна стимулация

Румен Недков, Стоян Танев, Светозар Симеонов,
Пламен Трендафилов

Институт за космически изследвания, БАН

Електронните характеристики на живите тъкани на човека от гледна точка на електрониката и термоелектрониката могат да се моделират с отрицателно диференциално съпротивление (R^-) или отрицателна диференциална проводимост [1].

В биоелектростимулацията импедансът Z на мембраната на живата тъкан се разглежда само като капацитивен. С електротермичната теория на възбуждане се обяснява както капацитивният, така и индуктивният характер на импеданса [1, 2]. Съгласно [3] изразът за импеданса има следния вид:

$$(1) \quad Z = \frac{(R^- + 2\pi f L_e) (R^- - j \frac{1}{2\pi f C_e})}{R^- + R + j (2\pi f L_e - \frac{1}{2\pi f C_e})}$$

където R е активното съпротивление на биоверигата, C_e и L_e са еквивалентните стойности на индуктивността и капацитета, R^- е отрицателното диференциално съпротивление.

R^- се определя от израза

$$(2) \quad R^- = R \frac{1 + A\tau}{1 - A\tau}$$

където $A = kI_e I_e^2 / C$, I_e е стойността на тока, C — термокапацитетът, k — топлинният коефициент, τ — времеконстантата на биоверигата.

При ниски честоти на стимулация f клони към 0, следователно Z клони към R^- , при високи честоти на стимулация f клони към ∞ , следователно Z клони към R . При определени честоти се наблюдава изместване на фазата до

$\pi/2$ между U и I . Съгласно [4] активното съпротивление на мембраната на живата клетка (R_m) е от порядъка на десетки до стотици ома, а активното съпротивление на клетките на кожата (R_k) е от порядъка на десетки до стотици килоома.

Определяне на диференциалния праг на чувствителност

Точността и обективността при определяне на диференциалния праг на чувствителност (ДПЧ) при соматосензорна стимулация основно зависят от линейността на стимулиращия сигнал (СС) и линейността на изменение на товара (R_k). Под линейно изменение на СС се разбира линейно изменение на амплитудата и честотата му. Линейното изменение на СС е технически осъществимо.

Възниква въпросът как да се осигури линейност на импеданса, така че при определени честоти и нива на СС да се определи адекватно реакцията на чиято база се определя ДПЧ.

Когато не съществуват други видове стимулация, реакцията от въздействието зависи главно от R_k и R_m . При определени честоти и нива на СС, R_k и R_m се изменят нелинейно [4]. Следователно е необходимо да се търсят такива честоти и нива на СС за които R_k и R_m се изменят линейно. Ако със $S(I_m, f)$ се означава стимулиращото въздействие (СВ), където I_m е амплитудата на импулсния ток, а f — неговата честота, тогава ДПЧ се определя при първата адекватна реакция (R_s). При конкретно ниво на стимулиращото въздействие (определя се индивидуално за всеки човек) $S_0(I_{m0}, f_0)$ адекватна реакция отсъства, т. е. $R_s=0$. При нарастване на нивото $S_k(I_{mk}, f_k)$ се появява адекватна реакция и $R_s \neq 0$. Това е минималният праг на чувствителност. Разликата между S_0 и S_k се нарича ДПЧ.

$$(3) \quad \Delta S = S_k(\cdot) - S_0(\cdot) \approx dS.$$

Динамиката на ДПЧ се определя като скорост на изменение на стимулиращата във времето

$$(4) \quad D = \frac{\partial S(I_m, f)}{\partial t}.$$

В [4] са описани редица прибори за соматосензорна стимулация. Основен техен недостатък е липсата на линейно регулиране на СС в широк диапазон и запомняне на параметрите му при различни адекватни реакции $R_s \neq 0$.

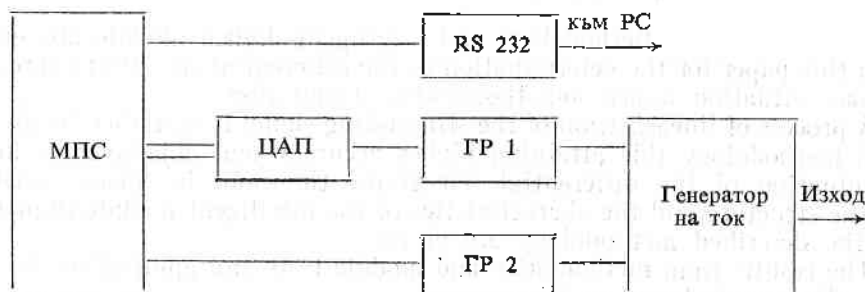
Линеаризацията на процеса на соматосензорна стимулация съкращава времето за точно определяне на ДПЧ.

Линеаризацията на процеса, която е реализирана в разработения интелигентен модул, позволява да се отстранят голяма част от недостатъците на съществуващите до този момент аналогични прибори и системи за соматосензорна стимулация.

Описаната методика дава възможност за прилагане на този подход за определяне на ДПЧ в различни условия (космически и наземни) без съществено изменение на структурата на апаратния модул.

Структура и характеристики

Блоковата схема на модула е показана на фиг. 1. Микропроцесорната система (в случая едночипов компютър) се управлява от персонален компютър по RS 232. Изпълнителната част на стимулатора е генератор на ток, който издава правоъгълни импулси с регулируеми продължителност и амплитуда. С помощта на ЦАП се управлява токът, а галваничното разделяне се налага от изискванията за безопасност.



Фиг. 1. Блокова схема

МПС — микропроцесорна система; ЦАП — цифрово-аналогов преобразувател ГР1, ГР2 — схеми за галванично разделяне

Така предложената методика и интелигентен модул бяха апробирани в Макс-Делбрюк-Център в Германия. Положителните резултати, получени от апробацията, дадоха възможност предложената методика и модул да бъдат изпитвани в клинични условия.

Разработената методика и интелигентен модул представляват елемент от проектираната в настоящия период система за неврофизиологични изследвания в космически условия — НЕВРОЛІАБ.

Литература

1. Ромоданов, А. П., Г. Б. Богданов, Д. С. Лященко. Первичные механизмы действия иглоукалывания и прижигания. Киев, Вища школа, 1984, 17—25.
2. Колесников, Г. Ф. Электростимуляция нервно-мышечного аппарата. Киев, Здоровья, 1977, с. 167.
3. Богданов, Г. Б. Теория автогенераций живой ткани. — В: Проблемы метрологического обеспечения измерения характеристик случайных полей и сигналов, генерируемых биологическими объектами (Тезисы докладов). М., Атомиздат, 1979, 29—30.
4. Портнов, Ф. Г. Электростимуляторная рефлексотерапия. Рига, Зинатис, 1982, 104—110.

Постъпила на 29. XI. 1993 г.

Intelligent module for determination of the differential sensitivity threshold under stimulation

Roumen Nedkov, Stoyan Tanev, Svetozar Simeonov, Plamen Trendafilov

(S u m m a r y)

Methodology and intelligent digital module are suggested in this paper for the determination of the differential sensitivity threshold in Space situation under somatosensoric stimulation.

A process of linearization of the stimulating signal is described in the suggested methodology this attaining higher accuracy and objectiveness in the determination of the differential sensitivity threshold in Space situation.

The structure and the characteristics of the intelligent module implementing the described methodology are given.

The results from methodology and module tests and applications in Germany (DM Centre) are positive.