

Управление на въртящ се стол за медицински изследвания IV поколение

Димитър Бакърджиев; Марин Жилевски; Христо Бакърджиев; Мадлена Жилевска;
Васил Кочевски; Милко Жилевски

Control of swivel chair for medical research IV generation: This paper present the result of research, planning and construction of the swivel chair IV generation. The chair ensures stimulation of vestibular system in all possible medical tasks. It's moving at different speeds, ensuring accelerations in trapezium-shaped chart and sinusoidal oscillations. The control board is based entirely of analog principle.

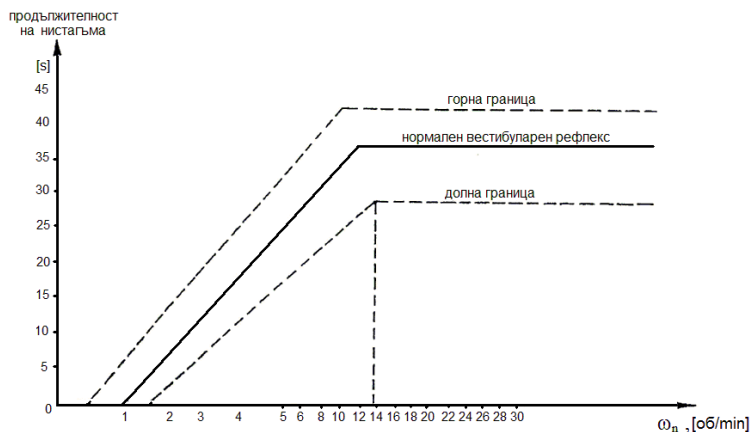
Key words: medical task, speed, acceleration, analog elements.

ВЪВЕДЕНИЕ

Предмет на вестибулогията е вестибуларния анализатор и методите за клиничното му лечение. Вестибуларният апарат представлява сложна физиологична система за анализ и управление с обратна връзка на пространствените отношения. В тази система участват отолитовият апарат и полуокръжните канали, които се свързват посредством определени центрове в мозъка с изпълнителните органи на движението. Правилната ориентация за положението на тялото и неговото предвиждане в пространството се осигурява от хармоничното взаимодействие между вестибуларния и зрителния апарат и дълбоката сетивност. При дразненето на рецепторите на вестибуларния апарат се получават различни видове реакции : сензорни (усещане за скоростта и посока на въртене), двигателни и вегетативни [2].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Стимулирането на вестибуларния апарат се постига чрез подаване на различни ъглови ускорения ($\%s^2$). Определя се вестибуларния праг, като минималното ускорение, при което се наблюдава реакция на вестибуларния анализатор. Обобщен резултат на изследването е купулограмата разкриваща зависимостта между някой от параметрите на нистагмената реакция и степента на дразнение в $\%$ или $\%s^2$. Видът на купулограмата за здрави лица е показана на фигура 1.

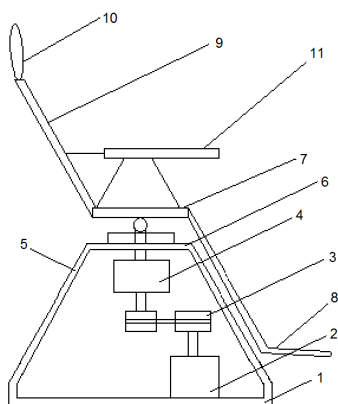


фигура 1. Купулограма за здрави лица

Купулометрите позволяват посредством подпрагови ускорения да се достигне до определена ъглова скорост. Въртенето продължава до 1-3 минути, след което се

задейства стоп – стимулт (т.е. спиране по почти правоъгълна диаграма за 2 s) за създаване на отрицателни ускорения.

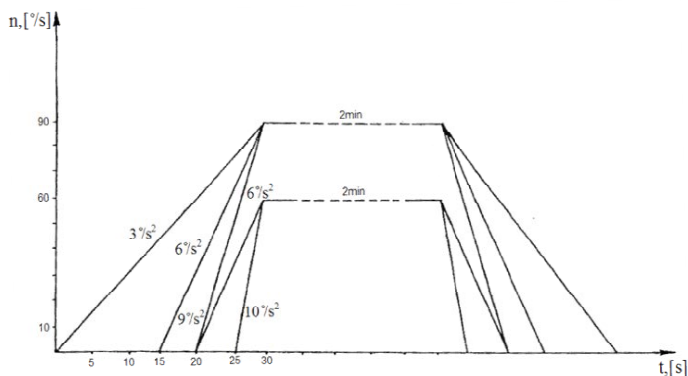
Устройството на механичната и на електрическата част на един съвременен куполометърен апарат е показано на фигура 2.



фигура 2. Електромеханична част на куполометъра

Електрическият възел се състои от постояннотоков двигател 2 с мощност 0,3kW. Той осигурява въртене на стола в двете посоки с постоянна скорост и спиране. Скоростта на въртене може да се изменя стъпално в широк диапазон (от 1 $^{\circ}/s$ до 300 $^{\circ}/s$). Двигателят заедно с цялата конструкция е монтиран върху плочата 1. С ремъчна предавка 3 въртеливото движение се предава на редуктора 4, с предавателно отношение $i_{ред} = 30$. Редуктора предава движението на креслото 7. 8 е стъпенка за пациента. Креслото и редукторът лагеруват на плоча 6 . 9 е облегалка на креслото, тя може да променя наклона си. 10 е възглавничка за главата на пациента. 11 са подлакътници .

Изменението на скоростта на въртене на стола във времето има трапецоидален характер – фигура 3.

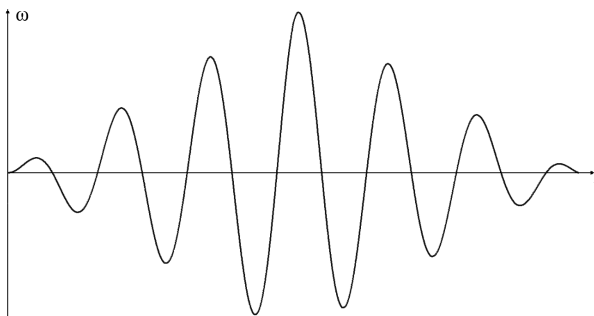


фигура 3. Трапецоидални скоростни диаграми

Управлението на двигателя по такава диаграма, както и задаването на необходимите скорости и ускорения, се осъществяват от команден възел, който представлява система за управление на куполометъра. Тя трябва да осигури движение на въртателното устройство с желаните скорости и ускорения. Стойностите на ускоренията са строго определени : 0,06; 0,2; 0,8; 1,0; 3,0; 6,0; 9,0; 10,0; 15,0; 20,0; $^{\circ}/s^2$, съответстващи на 0,001; 0,0035; 0,014; 0,0174; 0,1074; 0,157; 0,172; 0,262; 0,35 rad/s^2 . Спирането трябва да се осъществява с отрицателни ускорения със същите стойности, за да може да се получи трапецоидална скоростна диаграма. Необходимо е и внезапно спиране на въртателното устройство (стоп – стимул), еднакво за всички скорости и ускорения с времетраене от 1 до 2,5 секунди. Постоянните скорости на въртене на стола варират от 0,017 до 5,24 rad/s . Първоначално трябва да се развият скорости от 0,017; 0,26; 0,52 rad/s , а след това скоростта на въртене се изменя през 0,52 rad/s до 5,24 rad/s . Времетраенето на движението с постоянна скорост може да бъде от 1 до 10 минути .

Съществува и друг метод за изследване, който се нарича пандулерен и той дава най – адекватния тип стимулации. Основава се на въздействие върху рецепторите на вестибуларния анализатор с постепенно нарастващи и отслабващи ускорения по синусоидален закон, т.е. променя се не само задаващото ускорение, но и радиусът на въртене.

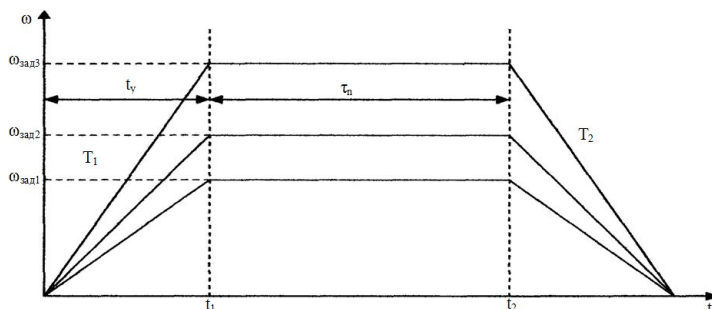
На фигура 4 е показано нарастващо и намаляващо пандулерно движение.



фигура 4. Пандулерно движение

Разработената от авторите аналогова схема изпълнява следните функции и задачи:

1 . Осигуряване на линейно нарастване на скоростта за определено време (t_v) с времеконстанта $T1$. Задаването на различна времеконстанта $T1$ всъщност отговаря на задаването на различни ускорения. Времето за достигане на установена скорост е от 5 до 120 s.



фигура 5. Времедиаграма реализирана с аналоговата схема

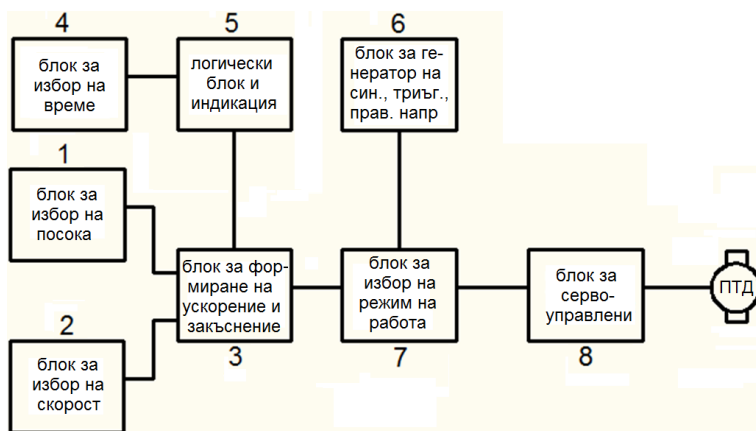
2. Достигане на определена зададена скорост ($\omega_{зад}$) и поддържането ѝ определено време ($\tau_{п}$), предварително избрано и зададено от оператора.

3. Линейно намаляване на скоростта за същия диапазон от време, както при ускоряването. Тук времеконстантата T_2 варира по същия начин, както T_1 .

4. При достигане до ($\omega = 0$) системата спира, като заема изходно положение за изпълнение на следващия цикъл.

Така се осъществява необходимата скоростна диаграма според медико-техническите изисквания за движение на куполометъра, т.е. задатчикът трябва да генерира напрежения, управляващи системата във формата на трапец в двете посоки на въртене. Предвиден е и допълнителен блок за реализиране на синусоидални и триъгълни колебания.

Блоквата схема на аналого-цифровия задатчик на скорост и ускорение, синусоидални и триъгълни колебания - (фигура 6) е изпълнена от следните възли:



фигура 6. Блокова схема реализираща трапецоидални диаграми, синусоидални и триъгълни колебания

1 – Блок за избор на посока (БИП) – избира се посоката на въртене на стола чрез ЦК ключ.

2 - Блок за избор на скорост (БИС) – чрез този блок скоростта на въртене на стола се настройва чрез галетен превключвател.

3 – Блок за формиране на ускорение и закъснение (БФУЗ) – чрез този блок се осъществява ускорението и закъснението по трапецовидната диаграма. Основните използвани елементи, от които е построен блока са интегрални схеми $\mu A741$.

4 – Блок за избор на време (БИВ) – чрез този блок се избира продължителността на въртене на стола при установени обороти. Основен елемент, от който е изграден е таймер 555 .

5 – Логически блок и индикация – чрез този блок се осъществява логиката на работа на схемата, като основен елемент е интегрална схема LM 339. Също така е предвидена индикация за всеки режим на работа.

6 - Блок за генератор на синусоидално, триъгълно , правоъгълно напрежение (БГСТПН) – този блок се осъществява чрез интегрална схема ICL 8038 изработващ съответно синусоидално, триъгълно и правоъгълно напрежение.

7 – Блок за избор на режим на работа (БИР) – реализиран е чрез галетен превключвател , с който се избира съответния режим на работа на стола.

8 – Блок за сервоуправление – представлява тиристорен преобразувател осигуряващ динамично управление на двигателя в двете посоки на въртене.

Използвано е сервоздвижване предназначено за машини с ЦПУ, произведено по лиценз на фирмата FANUC и постоянноотков двигател с независимо възбуждане като възбудителния поток на двигателя се осигурява от постоянни магнити монтирани в статорния пакет. Конструктивно електроздвижването се състои от трансформатор, силова част и управляваща платка.



Снимка 1. Куполометър с табло за управление IV поколение

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният стол IV поколение има следните достойнства :

1. Сравнително малък брой използвани електронни елементи.
2. Използването на стандартни широко разпространени интегрални схеми, като операционни усилватели ,компаратори, таймери, транзистори и други.
3. Цената му в сравнение с предлаганите на пазара от известни фирми като "S.P.A.POIMA","GINTA" - Италия,"ALVAR ELEKTRONIC","RACIA"-Франция, "TONNIES" и "HORT","MANN"-Германия, "STILLE" –Швеция е с порядък по – ниска.
4. Възможностите, които има като скоростни диаграми, пандулерен ефект са на нивото на световните фирми.

Известно усложняване на аналоговата система за управление е използването на външни релета, чрез които се осъществява изпълняването на желания цикъл.

При работа в ръчен режим е възможно директно обръщане на посоката на движение на стола, но този вариант не е за предпочитане, тъй като води до големи натоварвания на механичната система и изследвания обект.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бакърджиев Д., Хр. Бакърджиев, Г. Ангов, М. Жилевски, Управление на куполометър за изследване на вестибуларния апарат, Трудове на ТУ-Русе, Научнотехническа конференция с международно участие, 2005.

[2] Иванов И., Вестибулопатия, София С. Медицина и физкултура, 1982.

[3] Ключев В.Н., Теория на електрозадвижването, С. Техника, 1981.

[4] Михов М., Управление на електромеханични системи, 1999.

[5] Първанов П.Б., В.П. Кочевски, И.П. Димитров, Х.И. Грозев, ИНРА, Авторско свидетелство, рег.№ BG 48295, "Планетен редуктор за ръчни пробивни машини".

[6] Табаков С.Е., Тиристорна Техника, С. Техника, 1978.

[7] Шишков А.И., Полупроводникова техника, С. Техника, 1994.

За контакти: Доц.д-р Д.Х.Бакърджиев, ТУ-София, 0878947537

Докладът е рецензиран.