

СИМУЛАТОР НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФСКИ СИГНАЛИ

гл.ас. Галиция Иванова Петрова - ТУ - филиал ПЛОВДИВ
гл.ас. Гриша Валентинов Спасов - ТУ - филиал ПЛОВДИВ

Правилната диагностика при медицинските изследвания и терапия до голяма степен зависи от качествата на използваната медицинска апаратура. Това обуславя необходимостта от разработване на допълнителни устройства и модули, симулиращи поведението на отделни системи или органи в човешкия организъм. Те се използват като тествачи устройства в процеса на разработката, настройката и експериментирание на медицинските апарати, извършващи анализ и обработка на биологични сигнали.

Настоящият доклад разглежда разработката, функционалните възможности и приложението на симулатор на електрокардиографски сигнали (С-ЕКГ).

При разработката на ЕКГ симулаторите са възможни няколко подхода:

- чрез подходящо редуване на сигнали, изработени от няколко генератора на синусоидални и триъгълни импулси, с цел да се получи изходен сигнал подобен на електрокардиографският;
- чрез чисто хардуерно цифрово синтезиране на ЕКГ сигнал с възможности за промяна на честотата и амплитудата на сигнала;
- цифрово синтезиране на симулиран ЕКГ сигнал чрез използване на интелигентна система. При този подход рязко се увеличават потенциалните възможности за симулиране на ЕКГ сигнали с различна форма и параметри, съчетано с удобство и гъвкавост при работа.

Обект на настоящият доклад е ЕКГ симулатор, реализиран чрез използване на персонален компютър IBM PC/AT или съвместими. Функционалната схема на ЕКГ симулатора е изградена от следните блокове (фиг. 1):

- графичен редактор за ПК IBM PC/AT (ГР);
- периферен модул за извеждане на аналогова информация (ПМАИ);
- външен модул за нормализация на сигналите (ВМНС).

Създаването на графичен редактор е с цел да се увеличат възможностите за симулиране на голямото многообразие от кардиографски сигнали, отразяващи ритъмните нарушения на сърдечната дейност. [1], [2].

Разработеният ГР има следните функционални възможности:

- изчертава на екрана избрана графика от съществуващите библиотеки с ЕКГ сигнали;

- редактиране на изведената графика - да се изтрива или чертае;
- създаване на нови библиотечни файлове;
- апроксимация на въведеното изображение;
- дискретизация на избрания ЕКГ сигнал с определена от потребителя стъпка и запис на дискретите във файл.

Участъкът от сигнала, който ще се дискретизира предварително се маркира.

Графиката на избраният или създаден ЕКГ сигнал е разположена в координатна система, наподобяваща милиметровата хартия, използвана като носител на информация в електрокардиографските апарати, което създава удобство при изчертаването и сравняването на сигналите. Възможностите на разработения графичен редактор са илюстрирани с диаграмите в приложението.

Сериозен проблем при извеждане на аналогова информация от периферни модули към персонални компютри е наличието на шум по захранващите шини с амплитуда от порядъка $U_n = 100\text{mV}$. В конкретния случай амплитудата на симулирания (полезен) ЕКГ сигнал е $U_s = 0,5 - 10\text{mV}$, т.е. съотношението сигнал/шум е:

$$K = \frac{U_s}{U_n} = \frac{0,5 - 10\text{mV}}{100\text{mV}} = 0,005 - 0,1$$

Проблемът е решен чрез предварително усилване на симулирания сигнал в процеса на цифровото синтезиране, което се извършва от периферният модул за извеждане на аналогова информация (ПМАИ). Изходният сигнал от ПМАИ е синтезиран въз основа на записаните дискрети на избрания за симулиране сигнал и е усилен с коефициент на усилване $K_{ус} = 1000$. По този начин шума, отчетен в изхода на ЕКГ симулатора (изхода на модула за нормализация на сигналите), ще бъде намален с коефициента на усилване ($K_{ус}$) в периферния модул за извеждане на аналогова информация, т.е. съотношението сигнал/шум ще бъде равно на:

$$K = \frac{U_s}{U_n} = \frac{(0,5 - 10\text{mV}) \cdot K_{ус}}{100\text{mV}} = \frac{(0,5 - 10\text{mV}) \cdot 1000}{100\text{mV}} = 5 - 100$$

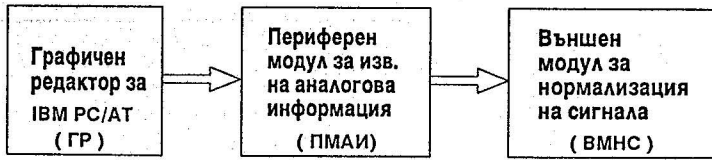
Блокът "Външен модул за нормализация на сигналите" - фиг.2 е разработен съгласно Методиката за определяне на амплитудно-честотната характеристика и входният импеданс на електрокардиографските апарати на Комитета по стандартизация, сертификация и метрология - БДС 8.926-92 от 01.01.1993г.[3]. Усиленият от ПМАИ сигнал се подава към входа на атенюатор с програмируем коефициент и симетричен изход, където се извършва нормализация в диапазона на ЕКГ сигналите. [4].Презвидени са допълнителни възможности за симулиране на:

- импеданса на прехода кожа-електрог - ключ К1;
- максималната стойност на поляризация на електрог - ключ К2.

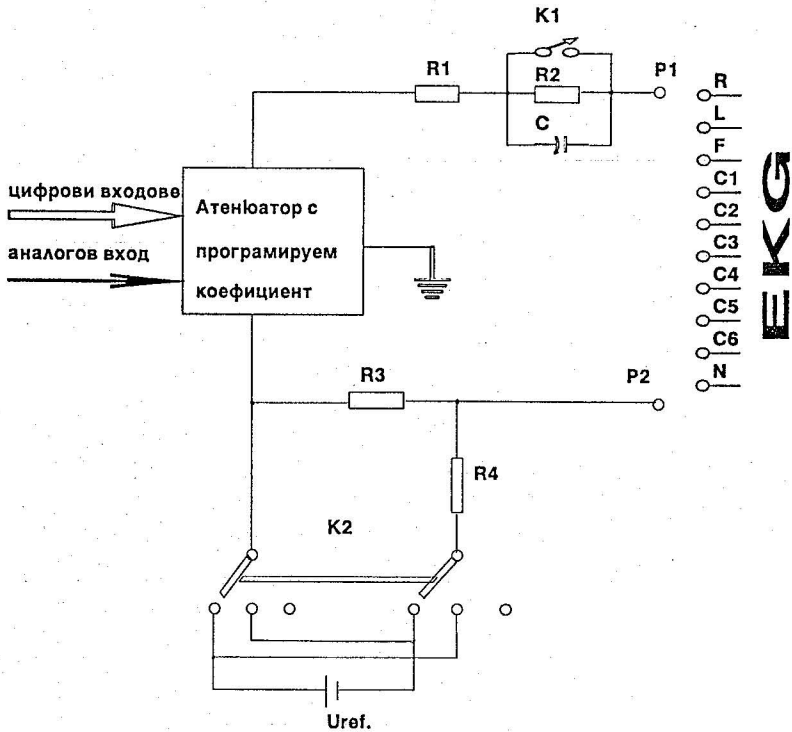
Освен посоченото приложение в областта на изследванията, експеримента и тестване на медицинска апаратура в процеса на разработката и, ЕКГ симулаторът намира приложение и като демонстрационно средство за обучението на студентите по Медицинска електроника. Чрез него се илюстрира спецификата и особеностите на ЕКГ сигналите, както и техническите изисквания към апаратите, използвани за регистрирането и обработката им. Симулаторът на ЕКГ сигнали е приложим и за извършване на първоначална и периодична проверка на амплитудно-честотната характеристика и входният импеданс на електрокардиографските апарати.

ЛИТЕРАТУРА:

1. И.Даскалов, И.Стамболиев. Електромедицинска диагностична техника. София. Техника. 1978г.
2. Borlant Paskal 7.0. Ръководство за програмиране.
3. БДС 8.926 - 92. Електрокардиографи. Методи за проверка. В сила от 01.01.1993г.
4. Сигни Соклоф. Приложение на аналогови интегрални схеми. София. Техника. 1990г.

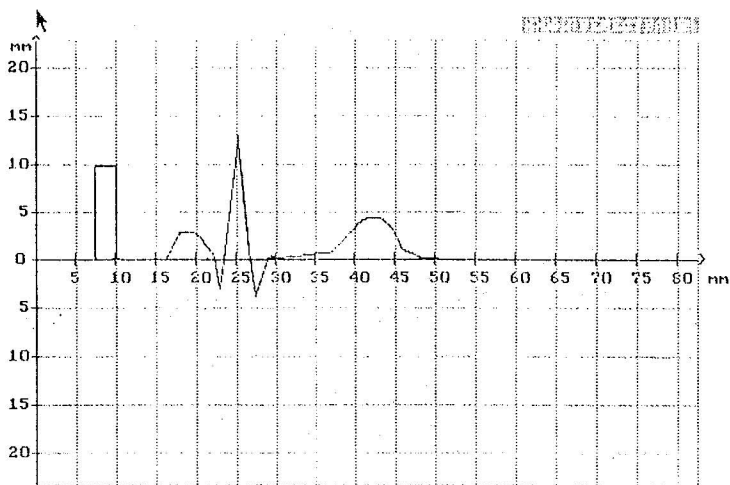
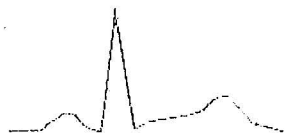


фиг.1

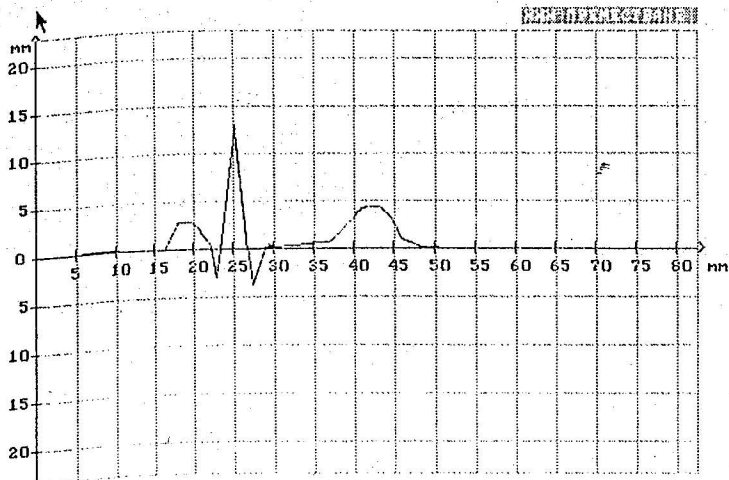


фиг.2

СИМУЛАТОР НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФСКИ СИГНАЛИ

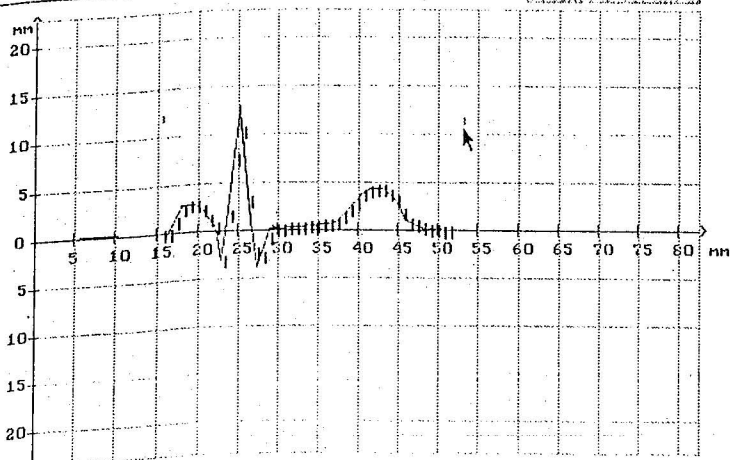


<INSERT> ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ЧЕРТАНЕ ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ИЗТРИВАНЕ
<F1> ПОМОЩ <F2> ЗАПИС ВЪВ ФАИЛ <F3> ИНТЕРПОЛАЦИЯ <F4> ДИСКРЕТИЗАЦИЯ
<ESC> ИЗХОД



<INSERT> ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ЧЕРТАНЕ ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ИЗТРИВАНЕ
 <F1> ПОМОЩ <F2> ЗАПИС ВЪВ ФАЙЛ <F3> ИНТЕРПОЛАЦИЯ <F4> ДИСКРЕТИЗАЦИЯ
 <ESC> ИЗХОД

БРОЙ НА ДИСКРЕТИТЕ : 46



<INSERT> ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ЧЕРТАНЕ ВКЛ./ИЗКЛ. РЕЖИМ НА ИЗТРИВАНЕ
 <F1> ПОМОЩ <F2> ЗАПИС ВЪВ ФАЙЛ <F3> ИНТЕРПОЛАЦИЯ <F4> ДИСКРЕТИЗАЦИЯ
 <ESC> ИЗХОД

EKG SIMULATOR

Galidia Ivanova Petrova - Technical University of Plovdiv
Grisha Valentinov Spasov - Technical University of Plovdiv

The paper describes the process of design and applications of EKG simulator. In the process of design, tuning and experiments of new apparatus, controlling and analysing EKG signals, it is necessary to simulate normal and pathological EKG signals.

Described EKG simulator consists of three modules: graphical redactor for IBM PC/AT - (GR); peripheral module analogue output - (PMAO); external module for signals' normalisation - (EMSN).

The EMSN is designed according to the requirements of the standard BDS 8.926-92 " Electrocardiographs. Test methodology ." from 01.01.1993. The proposed EKG simulator can be used to test frequency response and input impedance of electrocardiographs.

Also the described EKG simulator can be used for demonstration in the process of education in the course of " Biomedical engineering".