

# СИМУЛАТОР НА РЕОГРАФСКИ СИГНАЛ

Автори: доц. ктн И. Станболиев

инж. Ф. Ал Халиб

## ВЪВЕДЕНИЕ

Усъвършенствването на тестващите и симулационните методи през последното десетилетие доведе до една нарастваща необходимост от генериране на подходящи сигнали.

Откакто електронната техника навлезе в почти всички сфери на съвременната наука, традиционния функционален генератор със своите сигнали с триъгълна, правоъгълна и синусоидална форма остава все повече на заден план. Това важи особено в областта на медицинската електронна апаратура, където се използват предимно симулатори като основно средство за тестване.

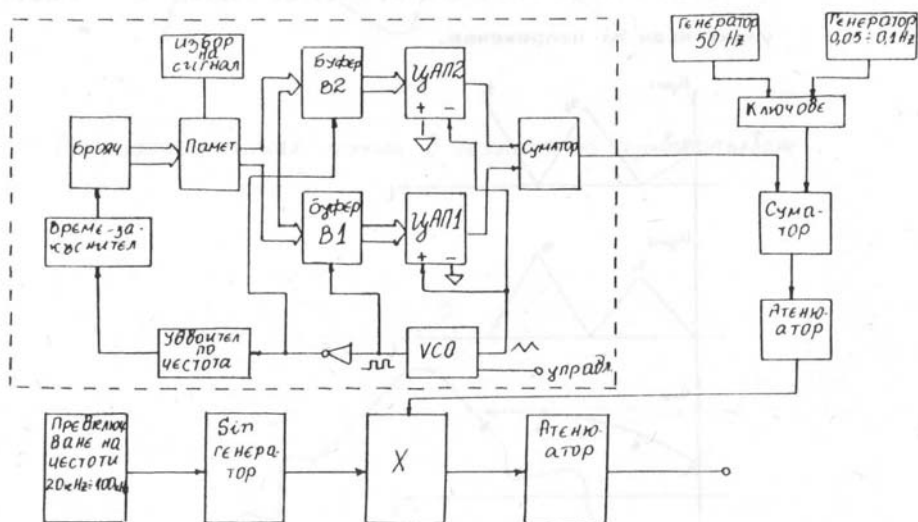
В настоящата работа се предлага устройство за симулиране на реографски сигнали, които са с широко приложение в медицината. Предвидена е също така и възможност за симулиране на основните смущения, влияещи върху полезния сигнал.

## Метод за симулиране на реографски сигнал

Реографският сигнал се получава най-често като през дадена част от човешкото тяло се пропусне ток с постоянна амплитуда и висока честота, така че напрежението, което се получава е пропорционално на импеданса на участъка от тялото, през който се пропуска тока. Всяка промяна в импеданса, например в следствие на кръвонапълване или дишане, предизвиква амплитудна модулация на високочестотния сигнал [1], [4]. Именно този амплитудно модулиран сигнал постъпва на входа на съответния измерващ апарат. Изхождайки от този факт, целта е получаване на точно такъв сигнал на изхода на разработения симулатор. За да се постигне това е нужен един нискочестотен сигнал, отговарящ по форма и честота на съответния физиологичен процес и един високочестотен сигнал, който в последствие е модулиран от първия. В нашата работа за генериране на високочестотния сигнал се използва функционален генератор на фирмата EXAR XR-2206, който освен отличните параметри притежава вход за амплитудна модулация. Чрез съответно превключване (по избор) могат да се получат честоти от 20kHz до 100kHz (които честоти са най-често използвани в електроимпедансните апарати). Предвидена е също така възможност за симулиране на дефазирането на високочестотния сигнал, което се получава в следствие на капацитивната съставка на тъканите [5].

Най-простият метод за получаване на самия електроимпедансен сигнал (със сложна форма) е запомняне на сигнала цифрово (в EPROM) и цифрово-аналоговото му преобразуване чрез циклично четене на паметта. Недотатъкът тук е, от една страна изкривяване на сигнала и получаване на спайкове в резултат от

превключването на цифровите входове на ЦАП, а от друга – големият брой дискрети, които трябва да се запомнят в паметта. Тези недостатъци се избягват като се приложи линейна интерполация на сигнала на изхода на ЦАП [2],[8]. За целта са нужни два умножаващи цифрово-аналогови преобразуватели и един генератор, управляван от напрежение (VCO). Последният трябва да има възможност да генерира едновременно триъгълно и правоъгълно напрежение на изходите си. На фиг.1 с пунктир е означен блока, който генерира реографския сигнал. На фиг.2 е представен процеса на интерполация.

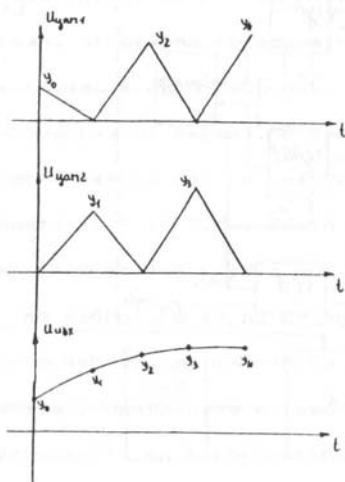


фиг.1

На входовете за опорно напрежение на двата ЦАП-а се подава триъгълно напрежение, така че на единия ЦАП то да е положително, а на другия отрицателно. Освен това, триъгълното напрежение се подава противофазно като се използват инвертиращите и неинвертиращите входове на ЦАП. В всеки един момент

в единия буфер е запомнен дискрет, а в другия предшестващия го по време дискрет. Тъй като опорното напрежение на всеки един от ЦАП-овете се изменя в противоположна посока, то и напрежението на изходите също ще се изменя в противоположна посока до достигане на нивото на дискрета, който в момента се помни в буфера (както е показано на фиг.2).

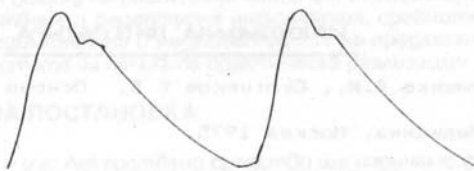
Напрежението на изхода на суматора графично представлява сумата на отделните отсечки (например  $(t_0, y_0) + (t_1, y_1)$ ). Дискретите в буферите се променят само тогава, когато опорното напрежение на съответния ЦАП е нула. Това предотвратява появата на спайкове и изкривявания на изходния сигнал. Честотата, с която се четат дискретите, се задава от генератора, управляван от напрежение.



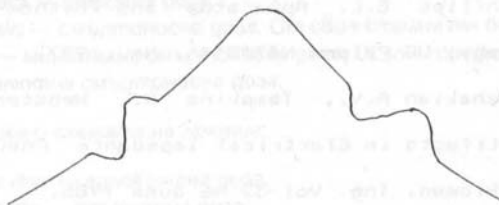
В паметта могат да се записват сигнали, съответстващи както на различните приложения на реографския метод (дишане, кръвонапълване и др.), така и паталогични сигнали. Смушаващото действие на други физиологични сигнали (например при сне-

мане на дишане, смущение оказва сърдечно-съдовата дейност) се симулира също чрез запомняне в паметта (фиг.3) [7].

Влиянието на кожно електродните импеданси на поляризацията на електродите и на дрейфа на усилвателите се симулира чрез един синусоиден генератор с много ниска честота ( $0,1\text{Hz}$ ) [6]. По същият начин се симулират и мрежовите смущения.



Реографски сигнал получен в резултат на кръвонапълване



Реографски сигнал получен в резултат от дишателната дейност върху който влияят сърдечносъдови артефакти

- фиг 3.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектиран по този начин, симулатора може да дава на изхода си както сигнал, изчистен от смущения, така и сигнал, върху който влияе някое от споменатите смущения или всички заедно.

Устройството може да се използва за тестване на съответната апаратура. То намира приложение в лабораторни условия и може да служи като демонстративно средство за практически упражнения на студенти.

## ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Науменко А.И., Скотников В.В. Основы электроплетизмографии. Медицина, Москва 1975.
2. Evans W.A. Towers M.S. Hybrid technique in waveform generation and synthesis. IEE. PROC, Vol 127, N3, June 1980.
3. Lozano A., Rosell J., Pallas Areny. Two-frequency impedance plethysmograph: real and imaginary parts. Med & Biol. Eng. & Computing. Jan 1990.
4. Facela A.F. Impedance Pneumography - A survey of Instrumentation techniques. Med. & Biol. Ing. Vol.4 1966.
5. Philips S.L. Apparatus and Method for Impedance pneumography. US Patern N4708146. Nov.1987.
6. Sahakian A.V., Tampkins W., Webster J. Electrode motion Artifacts in Electrical Impedance Pneumography. IEEE Trans on Biomed. Ing. Vol-32 N6 June 1985.
7. Serge G.J. Method and apparatus for monitoring respiration. US Patern N4 757 824 Jul. 1988.
8. Towers M.S. Programmable waveform generation using linear interpolation with multipluing D/A convertors. IEE. Proc. Vol.129. Feb.1982.