

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор” на тема **“Изследване и разработване на високоволтови генератори за външна дефибрилация и електрохимиотерапия”**
представен от маг. инж. Цветан Николаев Мудров

Общи характеристики на труда:

Дисертационният труд е в обем от 112 страници и включва увод, обзорна част оформена в отделна глава, и три глави посветени на проектиране, експериментални изследвания и оптимизация на схемни решения, приложими в последните поколения дефибрилатори и специализирани апарати за електрохимиотерапия. Представена е библиографска справка, включваща 134 заглавия.

Анализ на дисертационния труд:

Актуалност: Обект на научните изследвания на автора са специфични схемни решения, приложими при дефибрилатори и апарати за електрохимиотерапия. Дефибрилацията е животоспасяваща процедура, която трябва да се приложи в рамките на минути след настъпване на инцидент, водещ до изпадане на сърцето в неефективна форма на функционитране (камерна фибрилация). За това посоката на развитие на този клас апарати е към повишаване на тяхната ефективност и приложимост в извънболнични условия от не толкова квалифициран персонал (напр. полицаи, пожарникари, охранители и др.). Най-краткото определение за ефективност при въздействие с дефибрилатор, е: постигане на положителен резултат с възможно най-ниска енергия, което е равносилно на по-малки последващи увреждания на сърцето.

Появата на различните поколения дефибрилатори е предопределена от развитието на елементната база. През последните години бяха разработени нов клас бързи, високоволтови комутиращи елементи – IGBT транзистори, които

позволиха да се реализират идеи като общодостъпна дефибрилация, дефибрилация при критични пациенти с помощта на носими дефибрилатори и т.н. Но освен елементната база съществен фактор е и разработването на специфични схемни решения базирани на IGBT. Комутирането на ток над 100 А от високоволтов източник (над 5000V) за времена от порядъка на 100 ns е не лека задача. Именно решаването на посочените проблеми е обект на изследванията на автора.

Съдържание: Обзорната част представлява сериозно литературно проучване. Разгледани са основните етапи от развитието на дефибрилаторите, характеризиращи се с различни параметри на въздействието и по-специално с различна формата на дефибрилационните импулси. Следва да се отбележи, че през последните 12 години активно участие в този процес има авторски колектив от Института по Биофизика и Биомедицинско Инженерство на БАН, към който на определен етап е привлечен и маг. инж. Цветан Мудров.

В края на обзорната глава са представени данни за електрохимиотерапията, която е сравнително нов терапевтичен метод за третиране на лезии на повърхностни базоцелуларни тумори. Пресечната точка на електрохимиотерапията с дефибрилацията е използването на къси високоволтови импулси. Освен това, на базата на статистически данни от последните години, някои автори твърдят, че електрохимиотерапията може да е противопоказна при рискови пациенти със сърдечносъдови заболявания. Това е дало основание на автора да насочи своите усилия и в изследването и разработването на подходящи решения за генериране на синхронизирано със сърдечната дейност въздействие – аналог на кардиоверсия.

В резултат на направените изводи от литературното проучване е формулирана целта на дисертационния труд **„Изследване и разработване на модули за генериране на бифазни високоволтови импулси за вграждане във външни дефибрилатори, включително в автоматични външни дефибрилатори, както и за прилагане на такива импулси за електрохимиотерапия на**

кожни тумори”. Задачите за решаване, свързани с поставената цел, дефинират коректно и ясно същността на работата и дейностите представени в следващите глави.

Във втора глава от дисертационния труд е направена оценка на възможностите на накъсани импулси и на квази постояннотоковите импулси, генерирани чрез превключването на резистори в пациентната верига или чрез „беззагубното” управление на тока през бобина, свързана последователно във веригата на пациента. Изследванията са насочени към решаването на два съществени проблема:

- Определяне на капацитета на високоволтовия кондензатор така, че той да позволява акумулирането на адекватна енергия при различни пациентни съпротивления;
- Реализиране на успешна дефибрилация с ограничено зареждане на енергия в кондензатора, което би позволило бързо генериране на дефибрилационния шок.

За определяне на “качеството” на импулсите и тяхната енергийна ефективност са въведени два количествени показателя: коефициент на формата - k_f и степен на използване на началната енергия на кондензатора - η_c . На базата на задълбочен теоретичен анализ, симулации и експериментиране с различни схемни решения във високоволтовата част на дефибрилаторите, авторът прави извода, че постояннотоковите форми показват по-високи стойности на отношенията k_f и η_c в сравнение с накъсаните импулси. Това обаче е за сметка на редица трудности. Накъсаните импулси са по-подходящи, особено за общодостъпните дефибрилатори. Те могат да се осъществят чрез сравнително прости технически средства, водещи до малки по размер и тегло портативни апарати.

Трета глава от дисертационния труд включва експериментиране и разработка на високоволтови модули за автоматични дефибрилатори. В главата

хронологично са представени авторски схемни решения и експериментални резултати при редица реализирани на практика дефибрилатори. Както бе посочено, повишаването на ефективността е пряко следствие от намаляването на необходимата енергия за успешна дефибрилация, което пък рефлектира и в намаляване на габаритите на самите апарати. Предпоставка за това е прилагането на изследваните в предходната глава бифазни накъсани импулси и бифазни честотно модулирани импулси. Основен проблем при формиране на такова въздействие е синхронизацията на моментите на включване и изключване на паралелно-последователните транзисторни вериги. Дефазиране по-голямо от 200 ns е рисково за превишаване на максимално допустимите напрежения и каскадно изгаряне на всички транзистори в комутиращите звена. Допълнително усложнение е изискването, според стандартите за електробезопасност, управлението на високоволтовата част да е галванично изолирано. В главата са представени 9 схемни решения в зависимост от броя на ключовите елементи и тяхното управление – трансформаторно или с оптрони. Работата им е подходящо онагледена с осцилограми. Разработена е и опитна установка за изследване на параметрите на IGBT транзистори на различни производители, съобразно конкретните условия за работа. Впечатляващ е последният клас апарати *FRED easyport* - портативен формат с максимална енергия 130 J, като за сравнение в интензивните отделения на много болници в страната се използват апарати с размер на средно голям куфар и тегло 20-25 kg и максимална енергия 400 J.

В четвърта глава от дисертационния труд са представени изключително полезни авторски разработки, предназначени за измерване на метрологичните параметри на дефибрилаторите и следене на важни биометрични показатели по време на шокото въздействие. Устройството за измерване на доставяната енергия позволява периодични проверки при разработка, тестване, производство и експлоатация на дефибрилаторите. Второто устройство е за събиране на клинични данни по време на кардиоверсия, които се използват за

изследване на разнообразието от регулируеми дефибрилационни форми, както и на други фактори, влияещи върху трансторакалното съпротивление. Последното устройство е приставка към апарат за електропорация, която позволява синхронизиране на момента на високоволтовото въздействие със сърдечната дейност на пациента.

От цялостното изложение ясно проличава системният подход при решаване на конкретните задачи, включващ теоретичен анализ и моделиране, разработване и експериментирание, анализ на резултатите и оптимизиране на решенията. Тъй като в основната си част представените реализации са елементи от животоспасяваща апаратура, коректността на предложените решения е потвърдена с голям брой лабораторни и клинични изпитания, при спазване на всички нормативни изисквания. В тази връзка споделям формулираните приноси. Степента на личното участие на докторанта в тях е висока. Това се потвърждава и от представения в края на работата сертификат от водещата фирма за медицинската апаратура „Schiller Medical”, който удостоверява участието на Цветан Мудров в авторския колектив разработил бифазните токови форми, които се използват в серия апарати внедрени в редовно производство.

Във връзка с дисертационния труд са направени общо 14 публикации: 1 глава от книга издадена в чужбина; 5 статии в списания в чужбина (3 с Impact Factor); 6 статии в национални списания и годишници; 2 доклада на национални конференции с международно участие. Тези публикации представят достатъчно добре същността на получените резултати в дисертацията.

Стил и терминология:

Дисертационният труд е добре оформен и онагледен с подходящи графики и фигури, обосноваващи тезите на автора и улесняващи разбирането на текста. Изложението е стегнато и ясно с използване на коректна терминология и без излишни подробности.

Въпроси и препоръки:

На няколко графики (1.5, 1.7, 1.8) липсват дименсиите по ординатите.

На стр. 57 е посочена изискуема стойност за диелектрична якост от 10 kV, а при използваните оптрони H11L1 този параметър е 7500 V?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд е безспорно актуален, насочен към решаване на редица проблеми свързани с изследване и разработване на подходящи схемни реализации, приложими в съвременните дефибрилатори и апарати за електрохимиотерапия. Извършената работа и представените резултати значително надхвърлят по обем и значимост минималните изисквания към труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”. Авторът е показал отлични способности при усвояването на високо ниво на знания от специфични области и тяхното прилагане за решаване на конкретни задачи. Постигнатите резултати, оформени като приноси, са коректни и обосновани и от тях ясно проличава личното участие на автора. Посоченото по-горе ми дава основание, съобразно закона за развитие на академичния състав, да предложа да бъде присъдена образователната и научна степен „Доктор” на маг. инж. Цветан Николаев Мудров.

Изготвил:

20.10.2012 г.

/доц. д-р Иво Илиев/