

РЕЗЮМЕТА

НА НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИТЕ ТРУДОВЕ

на гл. ас. д-р инж. Тончо Христов Папанчев

представени за участие в конкурс за академична длъжност „Доцент“ в професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“ за Учебна дисциплина „Конструиране на електронна апаратура“, към катедра „Електронна техника и микроелектроника“ при „Факултет по изчислителна техника и автоматизация“, обявен в ДВ бр. №108/22.12.2020 г.

За участие в конкурса са представени общо 30 рецензирани научни труда, представляващи доклади, изнесени на научни форуми, и статии, публикувани в списания с научно съдържание.

Научните публикации са разделени в три групи, в съответствие с показателите В.4, Г.7 и Г.8 от документ „5. Подробна справка за изпълнение на минималните национални изисквания“.

Показатели В.4 и Г.7 включват 18 научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в базата данни с научна информация SCOPUS.

Показател Г.8 включва 12 научни публикации в нереперирани списания с научно рецензиран или в редактирани колективни томове.

[Показател В.4] Хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация.

[B.4.1.] Georgiev A., N. Nikolov, T. Papanchev, *Maintenance process efficiency when conduct reliability-centered maintenance of complex electronic systems*, XIX-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2016, DOI: 10.1109/SIELA.2016.7543002; Proceedings of digests ISBN: 978-619-160-648-1, pp. 123-126, Bulgaria, 2016.

Ефективност на надеждно ориентираното техническо обслужване на сложни електронни системи

Антон Георгиев, Николай Николов, Тончо Папанчев

В доклада са анализирани някои възможности за оптимизиране на техническото обслужване на сложни електронни системи с цел подобряване на техните надеждностни показатели. При изследването са взети под внимание проблемите, свързани с установяването, откриването и отстраняването на внезапните откази. Отражена е спецификата, касаеща подмяната на отказалите елементи с работещи, както и осигуряването на икономически изгоден брой изправни запасни елементи, при гарантирано ниво на експлоатационната надеждност.

Представен е обобщен модел на процеса на надеждно ориентираното техническо обслужване на сложни електронни системи, отчитащ периодичната проява като на внезапни, така и на параметрични откази. На базата на този модел е направен анализ на процесите на техническо обслужване на сложни електронни системи с функционален излишък. За оптимизирането на минималния необходим брой запасни елементи от всеки вид е използвана теоремата на Уилкоксон-Ман-Уитни, от теорията за масовото обслужване. Формулирани са математически зависимости и са съставени номограми, с чиято помощ могат да бъде определен необходимия брой запасни части за постигане на определена стойност на вероятността за безотказна работа, при зададен капацитет на работа на обслужващия екип.

Разработения подход дава възможност за: (1) оптимизиране на надеждно ориентираното техническо обслужване на дадена сложна електронна система относно необходимия брой запасни части и обслужващи екипи, за осигуряване на желаните надеждностни показатели; (2) предотвратяване на възникване на прекъсване на експлоатацията на сложните електронни системи поради недостиг на запасни части или обслужващи екипи.

[B.4.2.] Georgiev A., T. Papanchev, N. Nikolov, *Reliability assessment of power semiconductor devices*, XIX-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2016, DOI: 10.1109/SIELA.2016.7543003, Proceedings of digests ISBN: 978-619-160-648-1, pp. 127-130, Bulgaria, 2016.

Оценяване на надеждността на силови полупроводникови прибори

Антон Георгиев, Тончо Папанчев, Николай Николов

В доклада се разглежда някои въпроси, свързани с възникването на внезапни откази в силовите полупроводникови устройства. Използвайки методите за прогнозиране на надеждността, е направен анализ на изискванията за постигане на надеждна работа на полупроводниковите елементи. Специално внимание е обърнато на оценяването на количествени показатели за безотказна работа на силовите полупроводникови прибори биполярни транзистори с изолиран гейт (IGBT). Анализирани са възможностите за прилагане на ускорени изпитвания с постоянни електрически и температурни натоварвания.

Върху набор от дванадесет IGBT транзистора са приложени последователно няколко теста с различна продължителност, режими на работа и температура. При анализа на получаваните от тестовете данни се взема под внимание не само броят на компонентите, които отказват или остават в работоспособно състояние след поредния тест, но се отчита също и изменението на електрическите характеристики на устройствата, като за целта се оценяват измененията на предавателната проводимост ΔG_F и стръмността ΔS преди и след всяко изпитване.

Анализът на събраните данни показва отличната устойчивост на изпитваните полупроводникови прибори по отношение на проведените надеждностни изпитвания. Не бе установен отказ на никое от тестваните изделия. Нещо повече, не бяха установени забележими промени в електрическите им характеристики. Потвърди се висока надеждност на изпитваните полупроводникови прибори, но натрупаната информация не позволява изграждането на достоверни модели на процесите на деградация, както и получаването на оценки на енергията на активация и на средното време за безотказна работа. Въпреки това, извършената изследователска работа предоставя информация за по-нататъшните изследвания на екипа, при изпитвания с едновременно прилагане на температурни и електрически натоварвания. Придобитият опит ще помогне за съставянето на план за изпитване за следващата фаза на изследване, а именно, проектирането на електронни устройства с висока надеждност и безопасни отказови състояния.

[B.4.3.] Nikolov N., T. Papanchev, A. Georgiev, *Reliability Assessment of Electronic Units Included in Complex Electronic Systems*, 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Proceedings, pp. 1-6, ISSN 2161-2536, DOI: 10.1109/ISSE.2017.8000926. Bulgaria, 2017.

Оценяване на надеждността на електронни компоненти включени в сложни технически системи

Николай Николов, Тончо Папанчев, Антон Георгиев

Докладът е посветен на изследване на надеждността на електронни блокове, представляващи част от сложни електронни системи.

Предложени са и са сравнени два подхода за оценяване на количествени надеждностни показатели на такива системи. При единият от тях се използват налични данни за надеждността на компонентите, получени при изпитвания на такива компоненти от производители или потребители, и извършване на необходимите допълнителни изчисления в съответствие с техните специфични експлоатационни режими. Другият предложен подход, приложим в съвременните условия, се основава на оценяване на надеждността на сложни електронни системи чрез извършване на изследвания на надеждността на подобни по функционалност компоненти или модули, изградени от масово предлагани електронни устройства, например Arduino или Raspberry, за които може да се събере пълната техническа информация, необходима за получаване на статистически оценки на избрани количествени показатели на надеждност.

Двата подхода са използвани за оценяване на надеждността на няколко електронни устройства – мрежов адаптер (NA), модем (M) и периферен пост (RTU). Сравнени и са анализирани получените по двата подхода оценки на интензивността на отказите и вероятността за безотказна работа на устройствата.

Получените резултати дават основание за следните заключения: (1) В случаите, когато техническа информация за структурата на електронните компоненти и техните функции е ограничена, е приемливо да се използват публикувани данни от други надеждностни изследвания на подобни изделия. Поради възможните съществени различия в конструкцията и набор от функции, в някои случаи този подход може да доведе до недопустими неточности в оценките на надеждностните показатели. (2) Използването на готови стандартизирани и достъпни модули предоставя гъвкавост и възможност да се изгради изделие, представляващи функционално много близък или идентичен модел на електронен блок, на който трябва да се направи надеждностно оценяване. Основното предимство е, че такъв физически модел може да се подложи на подходящи изпитвания по надеждност, чрез които да се оценят показателите на надеждност с достатъчно висока точност.

[B.4.4.] Garipova J., A. Georgiev, **T. Papanchev**, N. Nikolov, D. Zlatev, *Operational Reliability Assessment of Systems Containing Electronic Elements*, DOI: 10.1007/978-3-319-68324-9_37, 2nd International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry ITI 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 680, pp. 340-348, ISBN: 978-331968323-2, Bulgaria, 2017.

Оценяване на експлоатационната надеждност на системи съставени от електронни елементи

Юлия Гарипова, Антон Георгиев, Тончо Папанчев,

Николай Николов, Димитър Златев

Докладът представя и анализира проблеми, свързани с експлоатационната надеждност на измервателни апаратури, използвани в медицината и съдържащи в себе си електронни елементи.

За получаването на статистическите точкови оценки на показателите на надеждност е използвано моделиране на вероятностите за безотказна работа, основаващо се на Марковски процес. Идентифицирането на състоянията на системата се извършва от гледна точка на цялостната работоспособност на системата. Анализират се вероятностите за преход от едно състояние на Марковския процес към друго негово състояние.

Извършеният анализ е илюстриран с пример, описващ последователността на оценяване на експлоатационна надеждност на полуавтоматичен монитор за кръвното налягане. За оценяването на надеждността на конкретния тип изделия са използвани реални статистическите данни за отказите, възникнали по време на експлоатацията на апаратурата. Създадена е диаграма на преходите с четири състояния – работоспособно състояние, отказ възникнал в електронния блок на устройството, отказ възникнал в автоматичния изпускателен клапан APRV, и отказ в маншона на монитора. Вероятностите за пребиваване на изследваната апаратура във всяко едно от възможните състояния са описани с помощта на система от диференциални уравнения, изведени от уравненията на Колмогоров за непрекъснат Марковски процес.

Изхождайки от получените резултати могат да бъдат направени следните заключения: (1) Установена е съществена разлика в надеждността на отделните компоненти на изследваната апаратура, с получена най-висока стойност на вероятността за пребиваване в състояние на отказ на APRV. (2) Въз основа на събраните данни е направен анализ на причините за възникване на регистрираните откази. (3) Предложени са конкретни мерки, изпълнението на които би довело до повишаване на експлоатационната надеждността на изследваната медицинска апаратура.

[B.4.5.] Papanchev T., A. Georgiev and N. Nikolov, *Dynamical Reliability Estimation and Critical State Early Detection by Application of FIDES Guide 2009*, DOI: 10.1109/ET.2017.8124375, XXVI International Scientific Conference Electronics - ET2017, ISBN 978-1-5386-1752-6, pp.314-317, Bulgaria, 2017.

Динамично оценяване на надеждността и ранно откриване на критично състояние чрез прилагане на FIDES Guide 2009

Тончо Папанчев, Антон Георгиев, Николай Николов

Докладът представя продължението на работата на изследователския екип в оценяването на надеждността на технически системи изградени от електронни компоненти. Предложен е иновационен подход за динамично оценяване на експлоатационната надеждност на такива системи, приложението на който би дал възможност чрез текущо оценяване на определени показатели на надеждност и анализа на техните изменения да се изработват ранни сигнали за настъпващи критични от гледна точка на надеждността състояния.

За реализирането на този подход е необходимо: (1) Да бъдат достатъчно подробно описани всички различни режими на експлоатация на изследваната система, тяхната продължителност и последователност – т. нар. „профил на живот“ (life profile); (2) Периодично да се извършва събиране на данни за определен набор от параметри, които описват състоянието на изследваната система в различните режими на експлоатация. Такива параметри са температура, влажност, вибрации и др. Надеждността се оценява чрез прилагане на методологията за надеждностно прогнозиране FIDES Guide 2009. Изследванията се основават на периодическото изчисление на статистическите точкови оценки на интензивността на внезапните откази на градивните елементи на електронните системи, и отчитане на отклонения на стойностите на параметрите от предварително приетите референтни стойности.

За верифициране на предложения подход е направен анализ на надеждността на електронна схема и на градивен електронен елемент. Установено е, че надеждностните показатели, в случая интензивността на отказите, регистрират съществени изменения при промяна на параметрите на режимите на експлоатация, като това се отнася както за градивни електронни елементи, така и за по-сложни електронни устройства.

Въз основа на получените резултати е предложен инструмент за ранно сигнализиране за приближаване/настъпване на критични състояния, чрез съставянето на критерии за допустими изменения на интензивността на отказите както в абсолютни стойности, така и по отношение на скоростта на изменение, по отношение на предварително определени критични елементи, както и за цялата електронна апаратура. Предложена е формула за изчисляване на интегрален индекс на състоянието, който да служи като ранен сигнал за настъпване на критично състояние.

[B.4.6.] Georgiev A., N. Nikolov, T. Papanchev and J. Garipova, *Providing Medical Apparatus with a High Reliability at the Design Stage*, DOI: 10.1109/SIELA.2018.8447176, XXth International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2018, ISBN 978-1-5386-3419-6, pp. 1-4, Bulgaria, 2018.

Осигуряване на висока надеждност в етапа на проектиране на медицинска апаратура

Антон Георгиев, Николай Николов, Тончо Папанчев, Юлия Гарипова

В доклада е предложен подход за оптимизиране на структурната схема на електронни устройства, за които са предявени високи изисквания по отношение на надеждност. Изложената методика за оптимизация е подходяща за приложение в етапа на проектиране на преносима медицинска електронна апаратура, когато има допълнително изисквания към конструкцията им, като например обем и тегло.

Идеята на предложения подход се основава на съставянето на варианти на резервиране на част от блоковете на електронна апаратура с последователна структурната схема по надеждност, при които се постигат зададените надеждностни изисквания, и избора на най-оптималния от тях. Предварително се определят тези блокове, които не могат да бъдат резервирани поради технически или икономически причини. За останалите блокове се извършва последователно изчисляване на минималната достатъчна кратност на резервиране, които позволяват постигането на необходимата вероятност за безотказна работа.

Всички допустими варианти на структурно резервиране се оценяват съгласно предварително определени изисквания като цена, обем, тегло и др. Изведен е израз за решаваща функция D на оптимизационния процес. Всички блокове се оценява по отношение на зададените оптимизационни критерии, и се изчисляват техните нормализирани относителни оценки $norm_{xy}$, с които участват в решаващата функция. Предварително са зададени тегловните коефициенти ω на оптимизационните критерии.

$$D(R_{Sj}(t), c, V, w | j = 1 \div s) = \min_{j=1 \div s} \left(norm_{R_{Sj}}^{-1} \cdot \omega_R + \sum_{k=\{c, V, w\}} \frac{\sum_{i=1}^m (\alpha_{ij} + 1) \cdot norm_{k_i}}{\max_{j=1 \div s} \left\{ \sum_{i=1}^m (\alpha_{ij} + 1) \cdot norm_{k_i} \right\}} \cdot \omega_k \right),$$

[B.4.7.] Zlatev D., A. Georgiev, T. Papanchev, J. Garipova and T. Stefanova, *Reliability Modeling of MOSFETs in Resonant Full Bridge Inverter*, DOI: 10.1109/ET.2018.8549590, XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, ISBN: 978-1-5386-6692-0, pp. 1-4, Bulgaria, 2018.

Моделиране на надеждността на MOSFET в резонансен мостов инвертор

Димитър Златев, Антон Георгиев, Тончо Папанчев,
Юлия Гарипова, Тереза Стефанова

В доклада е представено моделирането на надеждността на MOSFET транзисторите в пълен мостов инвертор с последователен резонанс в товарната верига.

Надеждностният модел на MOSFET е разработен на базата на методологията за оценка на надеждността на електронните компоненти, описана в MIL-HDBK-217F. С цел установяване на някои зависимости на вероятността за безотказна работа на преобразувателя от параметрите на резонансната верига, са извършени симулации при резонансни процеси с различни индуктивност на товара и капацитет на кондензатора, съответно и различен характеристичен импеданс на товарната верига.

Изведени са изрази за топлинните загуби в транзисторите и за температурата им на загряване, включващи пълната мощност, отдавана върху товара, и характеристичния импеданс на резонансната верига.

Изведен е математически модел, касаещ вероятността за безотказна работа на MOSFET транзистори в резонансен мостов инвертор.

Направени са следните заключения: (1) Надеждността на MOSFET транзисторите в мостовия инвертор зависи от свойствата на резонансната верига, по-специално нейния характеристичен импеданс. (2) Надеждностният модел ясно показва особената значимост на тази зависимост при повишени изходни мощности на инвертора и завишени стойности на параметъра R_{DSon} . (3) При повишени изходни мощности, надеждността на транзисторите може да бъде подобрена чрез увеличаване на стойността на характеристичния импеданс. (4) Подход, използващ такъв модел, предоставя възможност за оценяване на надеждностните показатели на транзисторните ключове, а от там и на цялото устройство независимо от мощността и приложението му.

[B.4.8.] Garipova J., A. Georgiev, T. Papanchev and D. Zlatev, *Life Data Analysis and Operational Reliability Point Estimation Related to Medical Electronic Devices*, DOI: 0.1109/ELMA.2019.8771582, 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2019, ISBN: 978-172811413-2, pp. 1-5, Bulgaria, 2019.

Анализ на оперативните данни от експлоатацията и статистическа точкова оценка на експлоатационната надеждност на медицински електронни устройства

Юлия Гарипова, Антон Георгиев, Тончо Папанчев, Димитър Златев

Настоящият доклад е фокусиран върху анализа и оценяването на експлоатационната надеждност на медицински електронни устройства чрез параметрична е-Бейсовска оценка. Разработен е и е представен подход за анализ на данните, натрупани от дейността на ремонтните групи, осигуряващи експлоатационното техническо обслужване на медицински изделия. При анализа на потока от откази е използван закона на разпределение на Вейбул и са получени параметрични Бейсовски оценки на надеждността на изследваната съвкупност от медицински електронни устройства. Експериментално са определени точкови оценки на основните показатели за експлоатационна надеждност на изследваните медицински изделия.

Конкретният обект, върху който е базирано изследването и е направен анализ на натрупаните оперативни данни за него, е модел полуавтоматични апарати за измерване на кръвно налягане (ПАИКН). За целите на емпиричното Бейсовско оценяване част от тези данни са приети за априорни, а останалата част се разглеждат като текущо постъпващи апостериорни данни. Изчислена е стойността на параметъра на формата β на Вейбуловото чрез линейна трансформация и оценка на най-малките квадрати LSE върху множество от точни и цензурирани данни. За оценяване на характеристичното време θ на разпределението на Вейбул е изведена формула за функцията на подобие, съгласно метода на максималното подобие MLE. На тази база се достига до израз за априорното разпределение на характеристичното време като обратно Гама разпределение с хиперпараметри a и b . Свързаното апостериорно разпределение има вида на нормално разпределение с хиперпараметри μ' и σ' , чиито стойности се изчисляват чрез прилагане на метода на моментите на база на постъпващите нови данни за възникнали откази. С прилагане на Гаусово приближение към моментите на обратното Гама разпределение, се изчисляват апостериорните актуализирани хиперпараметри a' и b' , с което се постига актуализиране закона за разпределение на характеристичното време θ .

Представеният в статията Бейсовски подход за надеждностно оценяване се основава на използването на оперативни данни, свързани с Вейбулово разпределение. Чрез него може достатъчно точно да се оцени надеждността при липса на достатъчно „свежи“ данни.

[B.4.9.] Papanchev T., A. Marinov, E. Bekov and J. Garipova, *A Comparative Reliability Analysis of Boost-Type Three-Phase PFC Rectifiers*, DOI: 10.1109/ET50336.2020.9238190, XXIX International Scientific Conference Electronics, ET 2020, ISBN: 978-172817426-6, pp. 1-4, Bulgaria, 2020.

Сравнителен анализ на надеждността на „Boost-Type” трифазни преобразуватели за корекция на фактора на мощността

Тончо Папанчев, Ангел Маринов, Емилиян Беков, Юлия Гарипова

Докладът представя подход за изпълнението на сравнителен анализ на надеждността на два типа трифазни електронни преобразуватели за корекция на фактора на мощността (PFC) – конвенционален напълно управляем токоизправител (Six-Switch Bridge rectifier SSBR) и Виена токоизправител (VIENNA Rectifier VR). PFC блока обикновено е част от токозахранващите устройства за бърз заряд на акумулаторни батерии.

След анализ на топологията на двете схеми е прието, че за сравняването на надеждностните свойства е достатъчно да се оценят надеждностните показатели на силовите полупроводникови елементи. Съставен е необходимия математически апарат за изчисляване на електрическите натоварвания на силовите полупроводникови елементи в схемите – диоди и полеви транзистори. Изчислени са средните и ефективните стойности на токовете през елементите, както и разсейваната мощност в тях.

За оценяване на надеждностните показатели е приложена методологията за прогнозиране на надеждността, изложена в FIDES Guide 2009. Съставен е подробен „профил на живот“ на експлоатацията на изследваните схеми в електрически автомобили. Изследваните трифазни схемни решения са сравнени при еднакви входни и изходни параметри на режимите на експлоатация. За силовите полупроводникови елементи са избрани силициево-карбидни (SiC) MOSFET и SiC Шотки диоди. В таблици са представени получените стойности на токовете и разсейваните мощности в полупроводниковите елементи, както и получените оценки на интензивността на откази на елементите и на схемите.

След анализ на режимите на експлоатацията и оценяване на надеждностните показатели на двете изследвани топологични решения са направени следните заключения: (1) По-опростеното схемотехническо решение и по-малкото на брой полупроводникови елементи на SSBR не води до по-добри показатели по надеждност, а получената оценка на физическата интензивност на отказите на схемата е около три пъти по-висока от тази на VR. (2) Причината за това е по-тежкия температурен режим на работа на SiC MOSFET транзисторите в SSBR, дължаща се на значителната разсейвана мощност в антипаралелните диоди на транзисторите. (3) Използването на външни антипаралелни диоди би облекчило температурното натоварване на транзисторите в SSBR и би подобрило надеждността на схемата.

[B.4.10.] Zlatev D., J. Garipova, T. Papanchev and A. Georgiev, *Experimental validating of reliability model of MOSFETs in resonant full bridge inverter*, DOI: 10.1109/SIELA49118.2020.9167071, 21st International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2020, ISBN: 978-172814346-0, pp. 1-4, Bulgaria, 2020.

Експериментално валидиране на надеждностен модел на MOSFET транзистори в резонансен мостов инвертор

Димитър Златев, Юлия Гарипова, Тончо Папанчев, Антон Георгиев

Докладът представлява втори етап от работата на авторите за разработване на актуализирани надеждностни модели на съвременни силови полупроводникови елементи, специално MOSFET транзистори. С цел валидиране на разработените математически модели за оценка на надеждността на полевите транзистори в разглежданата инверторна топология са планирани и реализирани експериментални изследвания.

За целите на изпитванията е изграден физически модел на мостов резонансен инвертор. Проведено е експериментално изследване, включващо електрическо измерване на загубите в полупроводниковите елементи и топлинен анализ на схемата посредством термовизионна камера.

В таблица са представени резултатите от експерименталните изследвания на резонансния мостов инвертор. Те включват стойностите на входното напрежение на инвертора, ефективната стойност на напрежението върху бобината, капацитета и индуктивността на резонансната верига, и максималната температура на загряване на корпусите на транзисторите. Температурите на радиаторите и използваните полупроводникови ключове са измерени посредством термовизионна камера. Входното напрежение е настроено така, че изходната мощност да остава постоянна. Приложени са термовизионни изображения на силовите полупроводникови елементи, при стойност на характеристичния импеданс на товарната верига 23,07 Ω .

Използвайки получените данни за загряването на транзисторите, са изведени експериментални оценки за вероятността за безотказна работа на MOSFET транзисторите. Направен е сравнителен анализ между тях и теоретично получените стойности за същия надеждностен показател на база на разработения надеждностен модел. В графичен вид са представени теоретично и експериментално получените криви на изменение на вероятността за безотказна работа на транзисторите в зависимост от стойността на характеристичния импеданс на товарната верига. Установени са разлики в рамките на 1,5% до 0,5%, които могат да се приемат като потвърждаващи валидността на разработения теоретичен модел.

На базата на натрупаната при експерименталните изследвания информация са формулирани предложения за допълнително подобряване на теоретичния надеждностен модел.

[B.4.11.] Marinov A., E. Bekov, F. Feradov and T. Papanchev, *Genetic algorithm for optimized design of flyback transformers*, DOI: 10.1109/SIELA49118.2020.9167071, 21st International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2020, ISBN: 978-172814346-0, pp. 1-4, Bulgaria, 2020.

Генетичен алгоритъм за оптимизиране на конструирането на трансформатори за обратни преобразуватели

Ангел Маринов, Емилиян Беков, Фирган Фератов, Тончо Папанчев

Докладът представя подход за улесняване на конструирането на импулсни трансформатори за обратни преобразуватели. В основата на подхода е заложено използването на генетичен алгоритъм. Генетичният алгоритъм автоматизира процеса на намиране на оптимални параметри на компонентите, изграждащи трансформатора, за постигането на предварително заложените изисквания към функционирането му. В целевата функция на генетичния алгоритъм могат да бъдат включени изискванията към трансформатора като допустими стойности или отношения за критични конструктивни параметри, като коефициент на полезно действие, себестойност, геометрични размери, разсейвана топлина, тегло и други. Представена е блокова схема на подхода, като всяка стъпка е подробно обяснена в текста на доклада. Алгоритъмът е реализиран и интегриран в работещо компютърно приложение.

Релевантността на разработения подход и компютърното приложение е проверена чрез изпълнение на конструктивно проектиране на импулсен трансформатор за обратен преобразувател. Описани са работния режим на трансформатора и избраните оптимизационни параметри - коефициент на полезно действие и тегло, с тегловни коефициенти съответно 0,7 и 0,3. Избраният пример е представен в детайли, за да се опише всяка стъпка от алгоритъма. В таблична форма са представени текущите резултати от прилагането на генетичния алгоритъм в няколко цикъла (епохи), както и окончателния избор на най-оптимален вариант.

В резултат от направените изследвания могат да бъдат формулирани следните заключения: (1) Разработеният подход е подходящ за създаването на компютърно приложение за извършване на многоцелева оптимизация по отношение на зададени параметри на трансформаторите. (2) Подходът позволява опростен избор на параметрите на основни компоненти на трансформатора като тип, материал и размери на магнитопровода. (3) Установени са проблеми, свързани с ранна конвергенция на резултатите или генериране на физически несъвместими конструктивни решения. (4) Предложеният подход позволява развитие за приложение при конструктивното проектиране на други електронни блокове.

[Показател Г.7] Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация.

[Г.7.1.] Papanchev T., *A fuzzy control of peltier-based thermal chamber for reliability tests*, DOI: 10.1109/SIELA49118.2020.9167106, 21st International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2020 – Proceedings, ISBN: 978-172814346-0, Bulgaria, 2020.

Управление с размита логика на камера за температурни изпитвания по надеждност, изградена с елементи на Пелтие

Тончо Папанчев

Докладът разглежда някои възможности за прилагане на техники на изкуствен интелект за управление на цикличното изменение на температурата в камера за изпитвания по надеждност, изградена с елементи на Пелтие. За постигането на предварително зададените температурни профили на етапите на загряване и охлаждане в камерата е изграден управляващ модул за контрол чрез размита логика.

Представена е блокова схема на изработената камера за циклични температурни натоварвания. Прилагането на размита логика има за цел да се постигне ефективен контрол на работата на термоелектричните модули в условия на неопределеност по отношение на топлинните характеристики на камерата и изпитваното изделие.

Подробно е описан процесът на изграждането на модул за управление чрез размита логика. Избрани са входните и изходните параметри на алгоритъма за управление чрез размита логика. Прието е функциите на принадлежност на входните и изходните параметри да бъдат с триъгълна и трапецовидна форма, конкретните числови характеристики на част от тях са показани в графичен вид. За реализиране на алгоритъма на размитата логика е използван готов програмен код с интегрирани min-max оператор с минимум Мамдани алгоритъм за фъзификация, и центроиден метод за дефъзификация. Описани са приетите категоризации на входните и изходните параметри, и формулираните правила за фъзификация. След проведените експериментални изследвания в графичен вид е представено сравнение между зададения за изпълнение и действително получения температурен профил.

На база на направените изследвания могат да бъдат формулирани следните изводи: (1) Изграденият модул за управление на база на размита логика успява да осигури необходимия наклон и поддръжка на температура на платото на температурния профил при режим загряване. (2) В режим на охлаждане отново е са постигнати добри резултати в поддържане на постоянна температура, но се установи невъзможност да се поддържа зададения наклон в целия температурен диапазон. (3) Решение на този проблем ще се търси в увеличаване на мощността и коефициента на полезно действие на използваните елементи на Пелтие, както и в подобряването на топлоизолацията на камерата.

[Г.7.2.] Garipova J., A. Georgiev, T. Papanchev, *E-Bayesian Point Estimation and Comparative Analysis of the Operational Reliability Related to Electronic Items for Medical Purpose*, DOI: 10.1109/SIELA.2018.8447115 SIELA 2018, XXth International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, ISBN 978-1-5386-3419-6, Bulgaria, 2018.

Е-Бейсовска точкова оценка и сравнителен анализ на експлоатационната надеждност на електронни елементи в апаратури с медицинско предназначение

Юлия Гарипова, Антон Георгиев, Тончо Папанчев

В доклада е представен подход за анализ на събраните данни за възникнали откази от техническото обслужване на медицинска апаратура и изчисляване на стойностите на статистическите точкови оценки, характеризиращи показателите на експлоатационната надеждност. Подходът включва прилагане на два метода за оценка, използвани за изчисляване на стойностите на показателите за надеждност – оценка чрез прилагане на метода на максималното подобие (Maximum Likelihood Estimation MLE) и оценка чрез определяне на емпирична оценка на Бейс (известна още като E-Bayesian оценка).

Съставен е математически израз за функцията на подобие на интензивността на отказите при набор от точни и цензурирани данни, откъдето е изведена и формула за оценка на стойността на интензивността на отказите по метода MLE. При създаването на Е-Бейсовския модел е използвана априорната конюгатната функция на Гама-разпределението. Съставен е израз за функцията на плътността на разпределение на интензивността на отказите, откъдето след прилагане на теоремата на Бейс се получава уравнението на постериорната функция на плътността на разпределение на интензивността на отказите.

Представеният подход е използван за оценяване и сравнителен анализ на показателите за надеждност на три вида измервателни уреда, съдържащи електронни и механични модули. Получените резултати по двата метода са показани в графична форма.

Изхождайки от направените изследвания и получените резултати, са формулирани следните изводи: (1) Представеният подход е подходящ за определяне на сроковете за превантивни процедури; (2) Събраната информация и получаваните резултати могат да дадат насоки при конструирането на електронна апаратура с подобрени надеждностни показатели. (3) Е-Бейсовския подход предоставя възможност за гъвкав анализ на надеждността и текуща актуализация на стойностите на параметрите за надеждност, при постъпване на нови данни.

[Г.7.3.] Papanchev T., A. Georgiev, J. Garipova, *A Smart Sensor Modules Reliability Estimation by Thermal Cycling Tests*, DOI: 10.1109/ET.2019.8878668, 28th International Scientific Conference Electronics, ET 2019 – Proceedings, ISBN: 978-172812574-9, Bulgaria, 2019.

Оценяване на надеждността на интелигентни сензорни модули посредством циклични температурни изпитвания

Тончо Папанчев, Антон Георгиев, Юлия Гарипова

Докладът представя изследването на надеждността на съвременните модули за измерване и предаване на данни. Изследва се възможността за оценяване на тяхната надеждност, в случаите когато не е възможно да се тестват голям брой образци от тестваното изделие. Показани са възможностите за оценка на базата на циклични температурни изпитвания по надеждност в комбинация с методологии за прогнозиране на надеждността.

В доклада е предложен подход за оценяване на стойността на коефициента на ускоряване на ускорени тестове на надеждност, по-конкретно циклични температурни тестове, на база на моделът на Норис-Ландцберг. Този модел съдържа два коефициента, чиито стойности в общия случай са неизвестни, поради което са необходими множество от тестове, резултатите от които да се използват за получаване на достоверни оценки на тези коефициенти, например посредством регресионен анализ.

Предложеният в доклада подход предлага, когато се изпитват сложни електронни изделия, от които няма достатъчен брой образци за изпитвания, или е икономически неизгодно, оценяването на коефициента на ускорение да се направи с помощта на методологии за надеждностно прогнозиране. Подходящ математически инструментариум, използван в предложението е прецизното описание на два т. нар. „профили на живот“ на изпитваното електронно изделие, единият съобразно параметрите на прилаганите циклични температурни тестове, а другият съобразно нормалните експлоатационни условия на изделието. В следващата стъпка трябва да се изчислят стойности на физическата интензивност за двата профила на живот, и използвайки тези стойности да се получи оценка на коефициента на ускоряване на тестовете.

Предложеният подход е приложен в практически експеримент върху четири интелигентни сензорни модули, изградени на база на сензор BMP280. Получените резултати са представени в таблична форма. Изчислена е стойността на коефициента на ускоряване на приложените тестове, времето на нормална работа, еквивалентно на времето на изпитванията, както и оценка на средното време на работа до отказ на изпитваното изделие.

[Г.7.4.] Garipova J., T. Papanchev, A. Georgiev, *Non-Parametrical Approach for Operational Reliability Assessing Related to Medical Electronic Items*, DOI: 10.1109/ET50336.2020.9238264, 29th International Scientific Conference Electronics, ET 2020 - Proceedings, ISBN: 978-172817426-6, Bulgaria, 2020.

Непараметричен подход при оценяването на експлоатационната надеждност на електронни изделия в медицината

Юлия Гарипова, Тончо Папанчев, Антон Георгиев

Докладът е фокусиран върху непараметричния анализ на надеждността на медицински изделия чрез прилагане на графични методи за оценка на вероятността за безотказна работа на медицински измервателни апаратури, съдържащи електронни елементи.

Разработен е аналитичен подход, съдържащ адаптиран и оптимизиран набор от алгоритми за стохастични математически модели, позволяващи работа с точни и цензурирани данни за времената на настъпване на отказ на изделията. Подробно са описани двете части на подхода: (1) Приложение на метода Каплан-Мейер (КМ) за статистическо описание на функцията на разпределение на времената до отказ. (2) Достигане до обосновано заключение за принадлежност на събраните статистически данни към някой от приложимите закони за разпределение. Избран е законът на Вейбул, с който се обхваща голяма част от случаите на анализ на надеждността в областта на електрониката.

Анализирани са статистическите данни за времената на работа до отказ, събрани по време на техническото обслужване на полуавтоматични апарати за измерване на кръвното налягане. В таблична и графична форма са показани получаваните резултати от прилагането на метода КМ. В следващата стъпка е изпълнено линейно преобразуване, целящо по един относително опростен начин да даде възможност за отговор на въпроса дали така описаната функция на разпределение може да се опише с Вейбулов закон за разпределение. Извършеното преобразуване е представено в табличен и графичен вид, при заложен 95% доверителен интервал.

На база на направените изследвания могат да бъдат формулирани следните изводи: (1) Предложеният подход осигурява достатъчна достоверност на резултатите, използвайки опростен математически апарат, което го прави привлекателен за полеви надеждностни изследвания. (2) Получените графични резултати показват известно отклонение от очакваната права линия, което се дължи на отказ, регистриран много по-рано от останалите. Това дава основание този запис да бъде премахната от набора от данни. (3) Установява се влияние на развиващи се процеси на деградация. Тъй като това не е типично за електронните елементи, вниманието на конструкторите следва да бъде насочено към останалите компоненти на апарата.

Разширен анализ на данни от изпитвания на надеждност

Тончо Папанчев, Юлия Гарипова

Докладът представя изследване на възможностите за извличане на допълнителна информация и оценяване на влиянието на факторите на въздействие, чрез анализ на събрани данни от двуфакторни изпитвания на надеждност на електронни изделия. Основните фактори, влияещи върху надеждността на електронните устройства, са температурните и електрическите натоварвания. По тази причина, когато се извършват ускорени тестове по надеждност, често се прилага едновременно натоварване по температура и по избран параметър на електрическо натоварване - напрежение, разсейвана мощност или други. В резултат продължителността на изпитванията се скъсява.

Данните, събрани при провеждане на ускорени тестове по надеждност могат да се използват и като източник на информация за специфичното влияние на всеки от факторите на натоварване върху тестваните елементи. Това би помогнало на конструкторите в работата им за постигане на зададените нива на надеждност. Един от вариантите за изследване на влиянието на отделните фактори на натоварване е да се разгледат резултатите от тестовете, при които единият фактор не се променя. В такъв случай за оценка на влиянието на температурата обикновено се използва уравнението на Арениус, а за фактора на електрическото натоварване се прилага инверсията на степенен закон.

Представеният в доклада подход предлага използването на обобщеното уравнение на Ейринг, в което участват едновременно двата фактора на натоварване. Ако се изведат частни диференциални уравнения от първи ред по отношение на двата фактора на въздействие, може да се изследва въздействието им върху надеждността на изследваните електронни изделия.

Предложеният подход е приложен към събраните данни от ускорени изпитвания на многослойни керамични кондензатори, с три нива на натоварване по напрежение и две нива на натоварване по температура. Като резултат от прилагането на подхода влиянието на всеки един от факторите върху скоростта на изменение на средното време на работа до отказ е представено в графичен вид.

Могат да бъдат направени следните заключения: (1) Използването на предложения подход може да се прилага успешно за получаване на допълнителна информация за динамиката на настъпващи промени в надеждността на електронните устройства в процеса на експлоатация. (2) Такъв анализ дава насоки на кой от въздействащите фактори да се обърне специално внимание при конкретни условия на работа – електрически режими и околна среда.

[Г.7.6.] Marinov A., F. Feradov, T. Papanchev and E. Bekov, *Random forest algorithm in determining the viability of the implementation of synchronous rectification/operation in power electronic converters*, DOI: 10.1109/ICA150593.2020.9311322, 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Proceedings, pp. 1-4, ISBN: 978-172819308-3, Bulgaria, 2020.

Алгоритъм „Случайна гора“ за определяне на приложимостта на топологии на синхронни изправители в силови електронни преобразуватели

Ангел Маринов, Фирган Ферадов, Тончо Папанчев, Емилиян Беков

Докладът представя изпълнението на алгоритъма „Случайна гора“ (Random forest), приложен за вземане на решения в процеса на конструиране на силови електронни преобразуватели. Разработена е експертна система, която може да улесни процеса на вземане на решения на електроинженерите при конструирането на силови електронни преобразуватели. Предложената система може да прави бързи оценки с малък обем от изчисления и изисквания за паметта, което го прави подходящ за включване в веб-базирани инструменти.

Действието на предложената система е насочено към вземане на решение за избор между синхронна изправителна топология или конвенционална топология с изправителни диоди, въз основа на зададени изисквания за тяхната себестойност и коефициент на полезно действие. Механизмът на действие на предложената експертна система се основава на прилагането на алгоритъма „Случайна гора“ (Random forest), отличаващ се с няколко важни свойства като добро ниво на достоверност на предлаганите решения, надеждно сравнително оценяване на заложените характеристики, способност за формулиране на решение при работа с ограничени данни.

Подробно са описани всички стъпки и предварителни условия за обучение и прилагане на предложения алгоритъм, и изграждане на експертна система за вземане на решения. С цел верификация на предложената експертна система и оценяване на нейната прецизност, всички описани стъпки са обединени в една програма и приложени спрямо конкретна топология – понижаващ преобразувател. Получените резултати са показани в таблица.

Въз основа на получените резултати могат да се направят следните заключения: (1) Предложената експертна система е ефективна и осигурява достатъчна точност. (2) Тъй като експертната система е разработена обектно-ориентиран език за програмиране Python, тя може лесно да бъде интегрирана в съществуващия САД софтуер. (3) Могат да се отбележат някои ограничения на експертната система: липса на възможност за паралелна работа и необходимост от разработване на комплекти за обучение за всяка топология. По-нататъшната работа по системата ще бъде насочена към преодоляването им.

[Г.7.7.] Malev E., T. Papanchev, *Simulation model development for evaluation of battery parameters*, DOI: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305149, XI National Conference with International Participation “Electronica 2020”, Proceedings, pp. 1-4, ISBN: 978-172817531-7, Bulgaria, 2020.

Разработване на симулационен модел за оценка на параметрите на акумулаторни батерии

Евгени Малев, Тончо Папанчев

Докладът представя разработването на микроконтролерна система и математически модел, с помощта на които да се извършат експериментални изследвания на акумулаторни батерии, за определяне на основни характеристики и за оценка на текущото състояние на батерията. Математическият модел се основава на структурата на разработената микроконтролерна система и симулира резултатите от нейното функциониране. Благодарение на модела, различни видове батерии могат да бъдат симулирани и оценени, и могат да се представят в графичен вид различни параметри - разряден ток, напрежение на клемите на батериите, температура на изследваните батерии и други параметри по време на заряд и разряд. Въз основа на тези данни могат да се оценят комплексни параметри на батериите като Състояние на заряда (State of Charge SOC), Живот на батерията (State of Health SOH) и др. В доклада е показана блоковата схема на симулационния модел, както и получените резултати при симулационното изследване на модели на литиево-йонни батерии с различен капацитет – времедиаграми на токовете на разряд, температури на загряване, напрежения на клемите, вътрешно съпротивление на изследваните модели.

Разработен е модул за контрол на процесите на заряд/разряд на акумулаторни батерии. Предназначението му е в рамките на два цикъла заряд-разряд да оценява основни текущи параметри и характеристики на литиево – йонни акумулаторни батерии, като SOC, SOH, вътрешно съпротивление, температура при заряд и разряд при определени условия. Измерват се и се записват моментните стойности на тока през батерията, напрежението на клемите на батерията, температура на батерията. Представена е блокова схема на модула, а в текста са описани подробно избраното схемотехническо решение и разработения изчислителен алгоритъм. Показани са резултатите от експериментално изследване на три литиево-йонни батерии. Получените резултати са представени в графичен вид.

На база на направените изследвания могат да бъдат формулирани следните изводи: (1) Разработеният модул предоставя подробна информация за текущото състояние на изследваната батерия за относително кратко време – един до три цикъла заряд/разряд. (3) Събраните при изследванията данни не позволиха достоверното оценяване на вътрешното съпротивление на батериите, което остава като цел при по-нататъшната работа на екипа.

[Показател Г8] Научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни тонове

[Г.8.1.] Папанчев Т., „Изследване и анализ на методики за надеждностно прогнозиране“, Сборник доклади, Годишник на ТУ – Варна, 2014, ISSN 1311-896X, стр. 65 – 70.

Изследване и анализ на методики за надеждностно прогнозиране

Тончо Папанчев

В настоящата статия са представени резултатите от проучването и анализа на приложението на основни методики, използвани за прогнозиране на надеждността на електронни изделия в началния етап на конструирането им, когато няма произведени опитни образци или извадки от серийно производство. Избраните за изследване методики са: MIL-HDBK-217F, IEC TR 62380, FIDES Guide 2009 и Bellcore/Telcordia SR 332. Те обхващат голяма част от областите на приложение на електронни изделия с повишени изисквания по отношение на надеждностните им показатели, като техника за военни цели, телекомуникации, автомобилна и авиационна техника. Описани са специфичните им характеристики с цел оптимизиране на процеса на избор на подходящата за всеки специфичен случай методика.

В таблица е извършено обобщаващо сравнително представяне на разглежданите методики по няколко показателя, а за някои от методиките е представено сравнение на използвания изчислителен апарат.

За сравнение на получаваните резултати по различните методики, са извършени изчисления на прогнозни точкови оценки на интензивността на отказите на няколко електронни елемента по всяка от тях. Получените резултати с показани в таблична и графична форма.

На база на направените експерименти и анализи могат да бъдат формулирани следните изводи: (1) Установиха се значителни разлики в оценките на интензивността на отказите по различните методики. Причината може да се търси, от една страна, в липсата на подробна информация за експлоатационните условия на елементите, и от друга, в разликите в основните концепции на методиките и базите от данни, които използват. (2) Методиките предоставят възможност за анализ на надеждността на електронните изделия дори при ограничена информация за експлоатационните условия. (3) Задълбоченото познаване на методиките дава възможност за избор на най-подходящата при решаване на конкретни задачи за прогнозиране на надеждността на електронни елементи и изделия.

[Г.8.2.] Папанчев Т., *Обзор на методите за моделиране на надеждността на електронни изделия*, Електронно списание „Компютърни науки и комуникации” том 4, брой 4, 2015 г., ISSN: 1314-7846, стр. 34-43.

Обзор на методите за моделиране на надеждността на електронни изделия

Тончо Папанчев

В статията е направен преглед на методите за моделиране на надеждността от гледна точка на наличната информация в момента на извършването на оценяването. Терминът „информация“ се използва като обобщаващ за данни относно времената на възникване на откази, броя възникнали откази за определен интервал от време, видовете на отказите, данните за работната среда и натоварването и др. Представена е класификация от такава гледна точка, в която методите са разделени в три групи – физически методи (уравнения на Арениус, Ейринг и др.), структурни методи (блокови структурни диаграми, дърво на отказите и др.) и комплексни методи (Монте Карло, Бейс). Подробно са разгледани трите групи, посочени са техните основни характеристики и възможности за приложение в етапа на проектиране.

Посочени са две на пръв поглед противоречиви изисквания при изследванията на надеждността. От една страна, за да се постигне най-добър резултат при “вграждането” на достатъчна надеждност като основно качество на изделието, анализите по отношение на надеждността трябва да започнат още с първите стъпки по проектирането на изделията. От друга страна, в тези първи етапи има доста ненапълно уточнени параметри, свързани с различни аспекти от реалната експлоатация на изделията. Тази неизвестност е предпоставка за получаване на резултати с неясна точност.

В заключение могат да се направят следните изводи: (1) Разработването на нови и усъвършенстването на съществуващите модули за симулация и анализ съвременните системи за автоматизирано проектиране на електронни изделия предлага възможност за получаване на допълнителни данни за извършване на надеждностен анализ в етапа на проектиране. (2) Най-сериозни затруднения при анализа на надеждността на електронните изделия се срещат в ранните етапи на създаването на изделията - проектиране и подготовка за серийно производство. (3) Това се дължи, от една страна, на противоположните изисквания за повишаване надеждността и скъсяване на сроковете за пускане в експлоатация на електронни изделия, и от друга, на липсващата или ограничена база данни за регистрирани откази в реална експлоатационна среда.

[Г.8.3.] Димитрова Е., Т. Папанчев, В. Вълчев, *Проектиране на магнитни компоненти в среда ORCAD/PSPICE*, Трети международен научен конгрес “Науката и образованието в бъдещето”, Сборник доклади том II, ISBN 978-954-20-0551-3, стр. 185 – 190, България, 2012.

Проектиране на магнитни компоненти в среда ORCAD/PSPICE

Екатерина Димитрова, Тончо Папанчев, Венцислав Вълчев

В настоящия доклад се разглежда проектирането на магнитни компоненти в програмната среда OrCAD чрез модула Magnetic Part Editor MPE. Представен е алгоритъм за проектиране с реализация на PSpice модел и графичен символ, придружен с конкретен пример. Анализирани са и са открити особеностите в процеса на работа с цел постигане на желаните крайни резултати. Представен е начин за разширяване на базата от данни.

Проектирането на магнитни компоненти е комплексен процес на обединяване на електрически, физически и магнитни свойства на различни материал, в резултат на който се удовлетворяват предварително зададени електрически, икономически, надеждностни и свързани с безопасността изисквания. Използването на софтуерен продукт за тази цел предполага в детайли познаване на продукта, използваните от него изчислителни процедури, обема от достъпни за избор компоненти и материали, описанието на техните свойства, както и възможностите за персонализиране. В такъв аспект е изследван изборният модулът Magnetic Part Editor MPE от средата за проектиране на електронни изделия OrCAD. Подробно са описани свойствата на модула – предлагани възможности и ограничения в процеса на проектиране и получаване на краен резултат. Разгледани са възможностите за разширяване на базата от данни за материали за трансформаторите. След задълбочено запознаване с начина на функциониране на модула е конструиран алгоритъм на проектиране, описан стъпка по стъпка, с подчертаване на възможните затруднения и необходими настройки. Представена е и основните използвани в процеса на проектиране формули.

Чрез използване на описания алгоритъм е проектиран импулсен трансформатор за обратен преобразувател (flyback converter). Създаден е и симулционен PSpice модел на трансформатора. Получените параметри на проектирания трансформатор са представени в таблица, и е показан и програмният код на симулационния модел.

Представената методика е подходяща както за използване в учебния процес, така и за практическо приложение при проектиране на конкретни електронни изделия, като захранващи модули, преобразуватели и други.

Строго периодична стратегия за техническо обслужване на електронни системи

Антон Георгиев, Тончо Папанчев

Настоящата статия поставя акцент върху състава, обема и начина на редуване на възстановителните процедури, провеждани по време на експлоатацията на електронни системи (ЕС) и влиянието им върху експлоатационната надеждност. Описани са няколко стратегии за провеждане на техническо обслужване (СТО), като акцентът е поставен върху Строго периодичната стратегия. Анализирани са особеностите на техническото обслужване (ТО), чрез прилагане на принципно нова концепция за оценка на неговата рационалност.

Съставена е класификация на стратегиите за техническото обслужване за електронни системи по два критерия: (1) Според начина на редуване на профилактичните и аварийните възстановявания СТО могат да се класифицират като: Стратегия на аварийно техническо обслужване; Блокова стратегия за техническо обслужване; Строго периодична стратегия за техническо обслужване. (2) Според доминантата на вземане на решения относно вида и обема на профилактичните дейности СТО могат да се разделят на: Стратегия за техническо обслужване според отработката и Стратегия за техническо обслужване според състоянието.

Представена е в детайли Строго периодичната стратегия за ТО. Показана е диаграма на преходите и състоянията, описваща функционирането на стратегията, както и обобщена времева диаграма, показваща редуването на интервалите на непрекъсната работа и интервалите на престой. Изведени са изрази за оценяване на математическото очакване на времената за пребиваване на ЕС във всяко от състоянията, и изрази за оценяване на функциите на готовност и на престой. Въведен е нов параметър - коефициент на разходите и пропуснатите ползи, оценяващ загубите от престой на електронната система, вземащ предвид загубите от произведен продукт и разходите за профилактични или аварийно-възстановителни дейности. Анализирани са данни от прилагането в практиката на Строго периодичната стратегия за ТО.

В заключение може да се направи извод, че Строго периодичната стратегия за ТО показва редица предимства пред други стратегии като аварийната и блоковите стратегии. Установено е, че това сериозно нарастване на средното време между отказите се дължи най-вече на по-малкия брой следпрофилактични откази в изследваните електронни системи.

[Г.8.5.] Nikolov N., A. Georgiev and T. Papanchev, *Indices for Reliability Assessment of a Star Structured Complex Electronic System*, 51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, Proceedings of papers pp. 321-324, ISBN 9989-786-78-X , Macedonia 2016.

Количествени показатели за оценка на надеждността на сложна електронна система със звездообразна структура

Николай Николов, Антон Георгиев, Тончо Папанчев

В доклада са представени някои аспекти изследването на надеждността на сложна електронна система със звездообразна структура. Акцентът е поставен подбора на подходящи количествени показатели, чрез които да бъде оценена надеждността на този вид структури, при отчитане на тяхната специфика.

С цел формулиране на изискванията за надеждност, в структурата на разглежданите сложни системи се разграничават три йерархични нива. Това са системи, подсистеми и компоненти. Формулирани са изискванията по отношение на надеждността на системата като са маркирани три различни подхода, възможни за прилагане в този случай: (1) Експертни съвети, базирани на познанията, опита и натрупаната практика на инженера конструктор; (2) Анализ на прототипи или статистически данни за сложни системи, притежаващи сходни характеристики по предназначение, структура, компонентна база; (3) Нормирано ниво на надеждността, което е възприето за оптимално за конкретната система. Подробно е разгледан процесът на оценяване на надеждността на системи със монотонна звездообразна структура и на системи с функционално резервиране.

Анализирана е сложна електронна система, изградена в съответствие с централизирана звездообразна топология. Структурата на системата също може да бъде описана като „звезда в звезда“, често прилагана при създаването на SCADA системи. Изведени са математически изрази, касаещи ефективността на експлоатацията на този тип структури. Уравненията дават възможност да се определи ефективността на системата въз основа на надеждностните показатели и на индивидуалните коефициенти на принос на съставлящите я елементи.

На база на получените резултатите могат да бъдат направени следните заключения: (1) Основен проблем при оценката на надеждността на сложни електронни системи със звездообразна структура е оценяването на приноса на всеки периферен елемент за цялостната ефективност на системата. Те могат да бъдат изчислени въз основа на експертно мнение за всяко конкретно приложение на сложните електронни системи. (2) Показателите за оценка на надеждността могат да бъдат успешно оценени, като се използват данни, получени чрез тестване на прототипи, или могат да бъдат оценени на база данни за подобни или идентични елементи на разположение.

[Г.8.6.] Papanchev T., A. Georgiev and N. Nikolov, Problems in assessing the reliability of electronic components and systems by reliability testing, 51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, Proceedings of papers pp. 317-320, ISBN 9989-786-78-X, Macedonia, 2016.

Проблеми при оценяването на надеждността на електронни компоненти и системи чрез изпитвания на надеждност

Тончо Папанчев, Николай Николов, Антон Георгиев

Докладът разглежда някои аспекти на процедурите за оценяване на надеждността на електронните изделия въз основа на информацията, получена от изпитвания на надеждност. Обърнато е внимание на някои от наблюдаваните проблеми при реализирането на такива изпитвания. Представени са някои идеи за корекции при планиране и провеждане на тестовете и анализа на получените резултати, набелязани са вижданията на авторите за бъдеща работа в това направление.

Съставена е класификация на изпитванията на надеждност съгласно критерия „условия на провеждане на изпитванията“. Съобразно него изпитванията могат да бъдат разделени в две групи: Експлоатационни изпитвания, провеждащи се в условия, близки или идентични с най-често срещаните в реалната работа условия; Ускорени изпитвания, провеждащи се в условия, извън зададените нормални експлоатационни условия. В доклада е обърнато внимание на планирането на изпитванията и на някои специфични форми на изпитвания каквито са: електротермична тренировка („бърнингване“); ускорени изпитвания за доказване на съответствието на реалните оценки на показателите за надеждност със зададените по отношение на тях изисквания (RDT); силно ускорени изпитвания по надеждност (HALT); силно ускорено селектиране по надеждност (HASS); ускорени изпитвания на стареене (ADT) и др.

Формулирани са съществуващи проблеми и конфликти при осигуряването на “достатъчна“ надеждност в различните етапи от жизнения цикъл на изделията.

В заключение са описани следните проблеми, свързани с прилагането на изпитвания на надеждност: (1) Няма разработена процедура за оценяването на надеждността на изделията след бърнингване; (2) Необходимост от оценяване на ефикасността на провежданите изпитвания – оценяване за отношението себестойност/ползи; (3) Установени са трудности при определянето на подходящи индикатори, с които да се прецизират моментите прекратяване, продължаване или промяна на изпитванията, при използване на познатите показатели коефициент на детерминация r^2 и функция за грешка E_j , поради което е необходима работа за идентифициране на допълнителни маркери за вземане на решение.

[Г.8.7.] Георгиев Ц., А. Георгиев, Н. Николов и Т. Папанчев, *Нови възможности за редуция на срока за добиване на достоверна и точна информация за целите на медицинските изследвания*, Научен Форум „Иновации и Бизнес”, Сборник, с. 86-91, ISBN: 978-954-20-0768-5. Технически Университет–Варна, 2016.

Нови възможности за редуция на срока за добиване на достоверна и точна информация за целите на медицинските изследвания

Цветослав Георгиев, Антон Георгиев, Николай Николов, Тончо Папанчев

В докладът се дискутират някои възможностите, които предлагат Бейсовските емпирични методи за получаване на достоверна медико-диагностична информация. Правилното прилагане на тези методи може да повиши достоверността на данните и да редуцира времето за постигане на крайния резултат от изследванията. Предложените Бейсовски процедури са подходящи за използване при текущо проследяване и оценяване на експлоатационната надеждност на електронни системи на база на данни от техническото им обслужване или проведени изпитвания на надеждност.

Емпиричните Бейсовски методи могат да бъдат класифицирани в две големи групи: параметрични, които са подходящи в случаите, когато са известни параметричните разпределения на априорните данни, и непараметрични методи, които се използват ако е допустимо допускането за принадлежност на разпределенията на наличните данни към по-голям или по-малък непараметричен клас на разпределения. Групата на параметричните методи, подходящи за обединяване на информация от медицинските изследвания, може да се раздели на две подгрупи: (1) Методи, базирани на емпирична апроксимация на Бейсовското решаващо правило, без да е необходимо апроксимиране на априорното разпределение; (2) Методи, основаващи се на емпиричната апроксимация на априорното разпределение с последващо обръщане към стандартната Бейсовска процедура. Подробно са разгледани двата параметрични метода, като са изведени изрази за апостериорната усреднена стойност $E(\theta|x)$ на оценявания параметър θ .

В резултат на анализите бе установено следното: (1) Бейсовските процедури са особено релевантни за практическо приложение, тъй като след определена степен на нарастване на броя на данните (наблюденията) емпиричната Бейсовска оценка "започва да забравя" типа и параметрите на априорното разпределение; (2) При липса или при недостатъчен обем на актуалните данни за конкретното изследване, априорното разпределение подпомага анализа на наличните данни (предишни и следващи) и ускорява вземането на решения, без това да влошава достоверността и прецизността резултатите.

[Г.8.8.] Nikolov N., A. Georgiev, T. Papanchev, D. Zlatev and T. Georgiev, *Reliability Assessment of Sensor Networks*, Научен Форум „Иновации и Бизнес”, Сборник , с. 92-96, ISBN: 978-954-20-0768-5, Технически Университет–Варна, 2016.

Оценка на надеждността на сензорни мрежи

Николай Николов, Антон Георгиев, Тончо Папанчев, Цветослав Георгиев

В доклада се изследва и анализира оценяването на надеждността на сензорни мрежи, оформени в съответствие с правилата за изграждане на йерархични структури. За целите на изследването са избрани подходящи надеждностни показатели и са предложени математически изрази за оценяването им. В доклада се предлага оригинален подход за оценка на надеждността на сензорните мрежи. За илюстриране на идеята този подход е приложен при решаването на два случая, свързани с приложение на сензорни мрежи за медицински цели. Получените резултати от изследването са представени с помощта на графики.

Изследванията, представени в доклада, се отнасят до голям клас сензорни мрежи, които са оформени като йерархични, несиметрични (с различен брой клонове на всяко йерархично ниво) електронни системи.

Предложеният в доклада подход за оценка на надеждността на сложна електронна система с мрежова структура съдържа процедури и математически апарат за: (1) съставяне на математически модел за надеждност на системата; (2) заместване на включените в модела показатели на надеждност с реални числови стойности, валидни за същите или подобни по елементна база и функционалност електронни устройства; (3) изчисляване на прогнозната стойност на ефективността на системата, като обобщен показател за надеждността на сензорната мрежа. За целта съставните елементи на системата се оценяват с коефициент на принос към ефективността на системата. Оценява се и обобщен коефициент на принос на структурата на системата към нейната ефективност.

Така описаният подход е приложен в анализа на сензорна мрежа с три йерархични нива, като най-ниското (второ) ниво представлява нивото на сензорите, следван от средното (първо) ниво контролери и най-високото (нулево) ниво на централния управляващ блок. В графичен и табличен вид са показани зависимостите на ефективността на системата от фактори като брой на работещи клонове в първо ниво, броя на работещи крайни устройства (второ ниво) и др.

В резултат от направените изследвания могат да бъдат формирани следните изводи: (1) За достоверно оценяване на ефективността на системата е необходима прецизна оценка за коефициента на принос на всеки отделен сензор; (2) Обобщения коефициент на принос на системата нараства по-бързо от нейната ефективност при усъвършенстване/разширяване на системата. (3) Ефективността на системата намалява по-бавно от обобщения коефициент на принос при възникване на откази в някои от елементите.

[Г.8.9.] Георгиев А., Н. Николов и Т. Папанчев, *Метод за оптимизиране на сроковете за профилактика на сложни технически системи в съответствие с необходимото равнище на тяхната надеждност*, Електронно списание „Компютърни науки и комуникации” т.5, №1, 2016. с.19-27. ISSN:1314-7846.

Метод за оптимизиране на сроковете за профилактика на сложни технически системи в съответствие с необходимото равнище на тяхната надеждност

Антон Георгиев, Николай Николов, Тончо Папанчев

В статията е предложен и математически аргументиран нов метод за оптимизиране сроковете на профилактика на сложни технически системи в съответствие с равнището на надеждност, което те трябва да притежават. За представяне на новите идеи са изведени математически зависимости, удобни за практическо приложение. Те са използвани при провеждането на експериментални изследвания, резултатите от които са поместени в последния раздел на статията.

Предявените изисквания по отношение на надеждността на техническите системи най-често се формализират чрез нормиране на вероятността за безотказната им работа - поставя се изискване, в процеса на експлоатация тяхната вероятност за безотказна работа да не бъде по-малка от определена, предварително зададена стойност $P(t)_{\text{Зад}}$. Основната идея на разработения метод е, че като се има предвид конкретната стойност на $P(t)_{\text{Зад}}$ и се използва изчислената статистическа точкова оценка на параметъра на потока на отказите $\omega(t)^*$ за конкретната техническа система, при конкретните условия на експлоатация и режими на работа, може да се определи оптималната стойност на срока на профилактика. Прието е, че профилактичните дейности водят до пълно възстановяване на изправността на системата. Сроковете за профилактика са показани в пряка зависимост от параметъра на потока на отказите на конкретната техническа система, за конкретния период от време предхождащ профилактичното обслужване, при конкретните условия на работа и режими на експлоатация. Изведени са математически зависимости, по които биха могли да се изчисляват сроковете за профилактика на електронни системи.

В резултат от направените изследвания може да се потвърди, че с използване на изведените изрази и с помощта на статистическите точкови оценки на времето за аварийно възстановяване T_B^* и на параметъра на потока на отказите $\omega(t)^*$, лесно могат да бъдат оптимизирани стойностите на сроковете за профилактика и на техническите системи, и на техните периферни устройства, при зададена (желана) стойност на вероятността за безотказна работа.

Проектиране и анализ на модул за наблюдение на процесите за система за обратна осмоза

Евгени Малев, Тончо Папанчев

Статията представя общ преглед на нискобюджетна интелигентна система за мониторинг на процесите в системата за обратна осмоза. Системата за мониторинг събира данни и анализира параметрите, които се измерват в инсталацията за обратна осмоза, за да наблюдава и/или оценява нейните характеристики при добиването на този нов тип възобновяема енергия. Основната цел за проектиране на такава система е да се определят основните параметри, от които зависи производителността на водната турбина и да се определят зависимостите между солеността на водата, налягането, от една страна, и произведеното електричество, от друга.

В статията са описани основните принципи на процеса на преобразуване на осмотичната енергия в електрическа, по два основни метода – забавена под налягане осмоза и обратна електродиализа. Показани са опростени схеми на електростанция за обратна осмоза и на някои основни блокове в нея – водната турбина и модула за обратна осмоза. Представено е математическото описание на процесите в мембраната за обратна осмоза.

Конструирана е система за наблюдение, която включва събиране на данни от задвижващи механизми и сензори и превръщането им в графична информация, даваща информация за процесите, които се развиват в системата. Показана е блокова диаграма на системата заедно с примерен алгоритъм на нейното функциониране. Отбелязани са основните сензори за събиране на информация и са изведени изрази за изработването на математически модели за симулационни експерименти. Съставен е модел на система за мониторинг, състояща се от: 1) три сензора за измерване на водно налягане; 2) два сензора за соленост, реализирани чрез рН сензор; 3) модел на водна турбина; 4) блок за симулиране на изменение на водното налягане.

В резултат от направените симулационни изследвания могат да бъдат формирани следните изводи: 1) Разработеният в среда MATLAB Simulink модел за наблюдение на процесите в система за обратна осмоза изпълнява поставените изисквания за измерване на налягане и соленост на водата, и следене на състоянието на водната турбина; 2) Конструираният модел на нискобюджетна система за мониторинг дава основа за бъдеща работа по подобряване на системата, по-задълбочен анализ и създаване на физически модел.

[Г.8.11.] Георгиев А., Т. Папанчев, Г. Христова, *Изследване на надеждността на електронни изделия*, Годишник на ТУ-Варна – 2012 г., том II, Сборник резюмета, с. 63-64, ISSN: 1311-896X.

Изследване на надеждността на електронни изделия

Антон Георгиев, Тончо Папанчев, Галя Христова

Изследователските цели на настоящия проект са насочени към: повишаване на надеждността на електронните изделия чрез ранно откриване на ненадеждните елементи; анализиране влиянието на различните параметри и фактори на изпитвателните тестове върху надеждността оценяване на изследваните изделия; оптимизиране на ускорените изпитвания; изследване приложимостта на методи за разпознаване на образи при надеждността класификация и построяване на подходящи алгоритми.

За изпълнението на поставените задачи са използвани методи и инструменти от областите на математическата статистика, теорията на вероятностите, теоретически основи на надеждността и приложната надеждност, методи на разпознаване на образи, ускорени изпитвания за определяне на надеждностни параметри на електронни елементи и устройства (Accelerated Life Tests), клъстерен анализ и други.

Разработен е и е представен алгоритъм за надеждностна класификация с използването на методи за клъстерен анализ и разпознаване на образи. Алгоритъмът предлага възможност за „интуитивно” класифициране по стойностите на набор от параметри на изделието, изграждащи образа на изделието и позициониращи го еднозначно в многомерното пространство на измерваните признаци. Алгоритъмът дава възможност за прецизен надеждностен анализ в случаи на ограничени или липсващи предварителни статистически данни за надеждностните характеристики на изделията.

Извършени са изследвания и анализ на надеждността на градивни електронни компоненти при работата им при различни електрически натоварвания и различни условия на работа. Осъществени са ускорени надеждностни изпитвания с изработената по идея на научния колектив термобарокамера.

През периода на изпитванията са проследени характерни за елементите параметри и тяхното поведение. Извършена е оценка на надеждностните показатели на изследваните изделия. Предложена е процедура за оценяване на информативността на отделните тестове по отношение на ранната класификация на изследваните изделия по надеждност. Проведените изпитвания на многослойни керамични кондензатори предоставиха подробна информация за работата им в различни условия на работа и електрическо натоварване, която може да послужи за прогнозиране на надеждностните им показатели в нормални или утежнени експлоатационни условия.

[Г.8.12.] Георгиев А., Т. Папанчев, Н. Николов, Д. Златев, *Изследване на надеждността на електронна система с мрежова структура*, Годишник на ТУ-Варна – 2016 г., том II, Сборник резюмета, стр. 77-78, ISSN: 1311-896X.

Изследване на надеждността на електронна система с мрежова структура

Антон Георгиев, Тончо Папанчев, Николай Николов, Димитър Златев

Цели на научноизследователската работа в рамките на проекта са изследване, анализ и решаване на проблеми, касаещи надеждността на електронни системи с мрежова структура. Работата по постигането им е насочена към подбор на релевантни критерии за оценяване на надеждността на изследвана електронна система с мрежова структура при проектирането, композирането и експлоатацията и, както и към разработване на методи за оценяване на нейната структурна и експлоатационна надеждност и изследване на възможности за получаване на точни оценки за показателите на надеждност.

За изпълнение на изследователските цели са приложени методи за анализ на структурната надеждност на сложни системи, като метод на моделиране чрез дърво на отказите и блокова структурна схема на надеждност. За оценяване на показателите на надеждност са приложени методи, основаващи се на теорията на вероятностите и на математическата статистика, както и методи за прогнозиране на техническото състояние и надеждност на системата и нейните елементи.

Изведен е математически модел на надеждността на електронна система с йерархична централизирана мрежова структура. Предложен е ефективен подход за анализ, прогнозиране и оценка на структурната надеждност, валиден за индустриални електронни системи с такава структура. Представен е подход за избор на най-подходящ параметър, характеризиращ надеждността на аналогични системи. Систематизирани са базови съображения при поставяне на изисквания, относно степента на надеждност на една електронна система.

Синтезирана и изградена е електронна система с мрежова структура. Програмирани са елементите на системата и е осъществено нейното управление. В резултат на проведено симулационно моделиране и изследване на модела са получени в графичен вид основни зависимости, определящи ефективността на изследваната система, като основен параметър, характеризиращ надеждността на системата. Представено е в графичен вид изменението на ефективността на електронна система от изследвания тип в процеса на реална експлоатация.

Изведени са изчислителни формули за ефективността на електронна система с йерархична централизирана мрежова структура, приложими в практиката. Изведени са основни правила, спазването на които осигурява висока експлоатационна надеждност на електронни системи.