



### *Original Contribution*

## РЕСУРСНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ КОМУНИКАЦИОННИ РЕЛЕТА

**Николай Петров, Николай Колев**  
Тракийски университет, БТК – Ямбол

### РЕЗЮМЕ

Изследването на техническия ресурс на електронни релета, използвани в електрониката и автоматиката, е свързано с прогнозиране на нивото на съответния параметър. Този определящ параметър трябва да характеризира състоянието им в процеса на експлоатация. В настоящия доклад се предлага статистически метод за ресурсно изследване на техническото състояние чрез прогнозиране на процеса на изменение на основните параметри. По резултатите от тези данни се определя моментът за замяна на електронните релета. При това се предполага, че електронно реле, тип SSR и други на което един от параметрите е излязъл от строя е негодно за експлоатация.

*Ключови думи* : техническия ресурс; електронни комуникационни релета.

### ПРЕДЛОЖЕНОТО ТЕОРЕТИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ Е ПРИЛОЖЕНО НА РЕЛЕ ТИП SSR

**Определение:** Представяват елементи за съгласуване, обезпечавачи оптимално съгласуване между електронните блокове за управление и периферните устройства.

Полупроводниковото реле SSR25D е електронен силов постоянен ток ключ. Предназначен е да комутира електрически товари, захранвани от постоянно напрежение 24/36/48Vdc.

Комутиращият елемент е OMNIFET транзистор 35A/70V/0.028Ω. Управляващата и силовата вериги са оптронно разделени.

SSR25D могат да се използват съвместно с подходящи регулатори за прецизно управление на електрически товари.

Управлението чрез ниски (безопасни) постоянни напрежения дава възможност за директно свързване на контролери или други устройства без помощта на междинни релета и контактори.

SSR25D има вградени три вида

защити:

- токова - при надвишаване на определена стойност на товарния ток (I<sub>lim</sub>) транзисторът преминава в импулсен режим, ограничавайки средния ток през товара, а при спадане под тази стойност нормалната работа на релето се възстановява.

- пренапреженова - пиковите пренапрежения при комутиране на индуктивни товари се ограничават до определена стойност V<sub>clamp</sub>.

- термична - при надвишаване над определена стойност на температурата на корпуса на вградения в релето транзистор ключът се изключва до спадане на температурата.

На лицевата страна има два светодиода, единият от които индицира за подадено управляващо напрежение, а другият за включено състояние на релето.

Полупроводниковото реле SSR25D е залято със специален компаунд, който го защитава от атмосферни въздействия.

В практиката на ресурсните изследвания е възможно използването на регресионни и стохастически методи за прогнозиране на момента за настъпване на постепенни откази у електронните функционални елементи (ФЕ). При регресионните методи се използват модели на процеса на изменение на основните параметри на ФЕ. Познавайки допуската на параметрите на ФЕ е възможно

\* **За контакти:** Николай Иванов Петров, Технически колеж- Ямбол, гр. Ямбол 8600, ул. "Граф Игнатиев" №38, e-mail: [nikipetrov\\_1953@abv.bg](mailto:nikipetrov_1953@abv.bg)

прогнозиране на момента за възникване на отказ.

**Изложение:** В настоящия момент в световен мащаб се произвеждат електронни релета, всеки параметър  $X_t$  на които се характеризира с математическо очакване  $m_{x0}$ , което е достатъчно близко до номиналната си стойност  $m_{xh}$ , и има средно квадратично отклонение  $\sigma_{x0}$ . Процесът на изменение на величините  $m(t)$  и  $\sigma_x(t)$  може да бъде описан чрез регресионен модел от първи, втори и по-висок ред.

Най близък адекватен модел на процеса на стареене на електронните релета е регресионния модел от първи и втори ред.

Регресионният линеен модел от първи ред има вид:

$$(1) \quad \begin{aligned} m_x(t) &= a_m \cdot t + b_m, \\ \sigma_x(t) &= a_\sigma \cdot t + b_\sigma, \end{aligned}$$

където:  $a_m$ ,  $a_\sigma$  е скоростта на изменение на математическото очакване и средно-квадратичното отклонение на параметрите  $b_m \approx m_{x0}$  и  $b_\sigma \approx \sigma_{x0}$ .

Регресионния модел от втори ред се записва по следния начин :

$$(2) \quad \begin{aligned} m_x(t) &= c_m \cdot t + d_m \cdot t + e_m, \\ \sigma_x(t) &= c_\sigma \cdot t + d_\sigma \cdot t + e_\sigma, \end{aligned}$$

където:  $c_m$ ,  $c_\sigma$  са ускорения на изменението на математическото очакване и средно-квадратичното отклонение на параметрите:  $e_m \approx m_{x0}$  и  $e_\sigma \approx \sigma_{x0}$   $d_m$ ,  $d_\sigma$  са скорост на изменение на математическото очакване и средно-квадратично отклонение на параметрите  $e_m \approx m_{x0}$  и  $e_\sigma \approx \sigma_{x0}$ .

За определен момент от време  $t$ , изследвания параметър  $X$  с вероятност 0,954 характерна за нормалното разпределение, ще има стойност :

$$(3) \quad X(t) = m_x(t) \pm 2 \sigma_x(t).$$

Чрез изследване на изменението на параметъра  $X(t)$  извършваме оценка на времето за излизане извън пределите на допуса  $\Delta$  зададен от производителя на електронни релета.

Работоспособното им състояние ще се определя от следното неравенство:

$$(4) \quad m_{xH} - \Delta \leq X(t) \leq m_{xH} + \Delta.$$

С отчитане на уравнение (3) неравенството (4) ще придобие вид:

$$(5) \quad m_{xH} \pm \Delta = m_x(t) \pm 2 \sigma_x(t).$$

Поставят се в уравнение (5) стойностите на величините  $m_x(t)$  и  $\sigma_x(t)$ ,

определени от линейния регресионен модел (1), и се получава техническия ресурс (прогнозираното средно време)  $T_P$

за излизане на параметъра  $X(t)$  извън пределите на допуса  $\Delta$  :

$$(6) \quad T_P = \frac{(m_{xh} \pm \Delta) - (b_m \pm 2b_\sigma)}{(a_m \pm 2a_\sigma)}$$

Аналогично се извършват изчисления на техническия ресурс  $T_P$  за излизане на параметър  $X(t)$  извън пределите на допуса  $\Delta$  за регресионен модел от втори ред показан чрез уравнение (2) :

$$T_P = \frac{-(b_m \pm 2b_\sigma) \pm (d_m \pm 2d_\sigma) - B}{2(c_m \pm c_\sigma)},$$

$$B = 4(c_m \pm c_\sigma) \cdot [(e_m \pm e_\sigma) - (m_{xh} \pm \Delta)].$$

При определяне на техническия ресурс  $T_P$  до замяна на електронни релета, се налага определяне на коефициента на автокорелация на процеса на изменение на изследвания параметър  $X(t)$ . За тази цел се извършва полиномна апроксимация на настоящия процес за съответен интервал от време  $\Delta t$  и чрез нея се изчислява

времето за корелация  $\tau_k$  [5].

Прогнозирането на техническия ресурс  $T_P$ , чрез регресионен модел е правомерно само за интервал от време  $\Delta t$ , по-малък от времето на корелация [5]. Анализът на данни за електронни релета е приведен в Приложението на [5]. Времето за корелация  $\tau_k$  за всяка извадка от данни за електронни релета при ниво на коефициента на автокорелация равно на 0.1 се изчислява по следната формула:

$$(8) \quad \exp(-\alpha\tau_k) = 0,1$$

където :  $\alpha$  – параметър на изглаждането.

Резултатите от изчисляването на времето на корелация по формула (6), а също и техническия ресурс по формула (5) за релета тип SSR25D при съответна извадка са приведени в табл.1.

Използвани са следните означения:

$\tau_R, \tau_I, \tau_{\tau_{cp}}$  е време за корелация на процеса на изменение на съпротивлението на намотката, тока и времето за сработване на релета тип SSRxx ;  $T_{P,R}, T_{P,I}, T_{P,\tau_{cp}}$  - технически ресурс на релета тип SSRxx - относно параметрите – съпротивление на намотката, тока и времето за сработване.

Време [хил.ч]	Номер на извадката								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{K,R}$	2580	860	1290	5170	1920	358	698	230	77
$\tau_{K,I}$	275	52,2	45,9	116	56	47,4	59,5	27,9	25,1
$\tau_{K,\tau_{cp}}$	24,6	26,8	41,9	24,6	28,2	17,1	141	151	95,8
$T_{P,R}$	236	3,01	10,3	50,5	1,5	11,1	13,7	12,9	1,03
$T_{P,I}$	17,2	0,87	0,51	36,4	0,51	4,63	12,6	15,8	23,4
$T_{P,\tau_{cp}}$	50,1	0,78	2,98	13,4	16,9	1,96	2,56	23,4	8,77

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на извършения анализ на състоянието на съответния тип електронни релета са възможни следните изводи:

1. За електронни релета тип SSR25D стойността на времената за корелация е с един ред по-голяма от техническия ресурс по параметър.
2. Голямата разлика в стойностите на техническия ресурс по съответния параметър се обявява, чрез различната степен на влияние на външните фактори върху параметрите на релетата.

### ЛИТЕРАТУРА

1. БДС 27.002 – 86. „Надежност в техниката. Основни термини и определения” - София, 1987.
2. Гиндев,Е. Надежност на авиационната

електронна техника.ГУ-София, Департамент по транспорт на ТУ – София, катедра „Въздушен Транспорт”, 1998.

3. Димитров, К., Д. Данчев. Надежност на строителни машини и системи. Издателство “Техника”, София, България, 1994.
4. Петров, Н. Надежностни изследвания на рискови технически системи. Монография. Второ издание. Европейски център за наука, образование – Бургас, 2007, ISBN 978-954-9978-92-6.
5. Петров, Н.И. Оптимизация и управление на техническата експлоатация на военни авиационни системи. Дисертация за получаване на научна степен “Доктор на науките”, Военна академия“ Г. С. Раковски” София - 2001.