

ПРОБЛЕМЪТ ЗА FAIL-SAFE ДИСКРЕТИЗАЦИЯ НА АНАЛОГОВИ ВЕЛИЧИНИ

Автор:кмн. Емил Боянов Иванов, главен асистент
Във ВВТУ "Т. Каблешков". 1994г.

1. Постановка на проблема.

В системите за автоматично управление и контрол на високоотговорни процеси, изградени на fail-safe принцип се обработва информация в дискретен вид. Съществуват високоотговорни процеси, при които входната информация е в аналогов вид. Налага се безопасното ѝ преобразуване. В настоящия момент проблемът се решава чрез квантуване по ниво, като се използват праговите свойства на електромагнитните релета от първи клас на надеждност. Възниква въпрос за замяната им с безконтактни прагови елементи с безопасно поведение. Известни са някои решения [5, 6], които не намериха практическо приложение. Оказва се, че познатите ни методи за синтез на безконтактни fail-safe елементи и устройствата в случая не са приложими [2, 3, 4, 5]. В настоящата работа са анализирани принципните проблеми, свързани с изграждането на безконтактни прагови елементи с безопасно поведение. Предложени са и конкретни решения.

2. Безопасностни изисквания.

В литературата нямаме ясно поставени изисквания към праговите елементи по отношение на безопасност. Изискването дадено в [5] се отнася за дискретни елементи. То е в сила и при праговите, но не е достатъчно. Възможно е елемент, удовлетворяващ това изискване да е опасен при изменение на праца му. В жп осигурителни системи

конкретно, опасно е намаляването му. За да преобразуваме безопасно аналогочната величина посредством прагови елементи, трябва да знаем минималната възможна стойност на прага им.

Прагът се изменя под въздействие на разнообразни фактори с неограничен обхват на действие - температура, изменение на структурата на елементите под въздействие на вибрации, удари, стареене и други. Би могъл за клони към нулата. Възниква въпрос как да се фиксира минималната стойност на прага и възможно ли е това въобще.

Вероятностите за възникване на споменатите фактори не са равномерно разпределени относно техните стойности. Така например вероятността температурата на околната среда да добие някаква стойност е толкова по-малка, колкото тази стойност се отдалечава от нормалната температура в работното помещение. Може да се направи извода, че вероятността за отклонение на прага от номиналната му стойност ще бъде толкова по-малка, колкото по-голяма е стойността на това отклонение. Оценката на безопасността по принцип е вероятностна. Поради това тук се предлага за минимален праг да се вземе тази стойност, за която вероятността за достигане е по-малка или равна на допустимата вероятност за опасен отказ в праговия елемент.

Тогава за изискванията по отношение на безопасност можем да запишем:

$$(1) \quad \left| \begin{array}{l} p_{Y(0..1)} = 0 \\ p_{Y(1..0)} \neq 0 \end{array} \right.$$

$$(2) \quad P(u_{\text{pp}} < u_{\text{pp,min}}) \leq Q_{\text{o, доп}}$$

3. Fail-safe прагови елементи.

Известните магнитнопараметрични релета се разглеждат в литературата, като безопасни прагови елементи [5, 6]. С тях са свързани първите опити за въндряване на безконтактни елементи в жп осигурителна техника. Основният им недостатък е тяхната нетехнологичност и

големият им обем. Проблематични по отношение на безопасността са изменението на параметрите на магнитопровода и късото съединение между навивките. Не успяха да се наложат в практиката.

Интерес представлява типичният прагов елемент - несиметричният тригер (тригер на Шмидт). Беше направен анализ по отношение на безопасността. Изискване 1, произтичащо от дискретния характер на елемента, без проблеми, чрез импулсното кодиране на високоотговорното състояние. По-сложен е, обаче въпросът с прага** на задействуване. Нарастването на стойностите на някои от резисторите, което е характерна допустима повреда, предизвиква намаляване на прага. На фигура 1 са дадени експериментално получени зависимости. Минималният праг бихме могли да определим, ако можехме да фиксираме максималните стойности, които могат да приемат резисторите или вероятностното разпределение на отделните стойности. Може да се направи извода, че схемата не отговаря на изискванията за безопасност.

Друг въпрос, който възниква във връзка с темата на настоящия доклад е възможността за изграждане на безопасни прагови елементи на базата на известните подходи и методи за синтез на fail-safe безконтактни устройства. Изследванията в тази насока показваха, че ввойнствения характер на праговите елементи прави тези методи неприложими (поне в чист вид). Многоканалният принцип не може да даде устойчив критерий за изявяване на отказите. При понижаване на прага в един от каналите се появява разлика, но тя е краткотрайна - за времето на преходния процес. За да се фиксира контролният канал трябва да бъде с памет. На фигура 2 е даден fail safe прагов елемент изграден на въздушанлен принцип. Контролният канал е синтезиран като fail-safe автомат с памет. Логическите елементи са с несиметрични откази [6]. Таблицата на преходите и изходите и уравненията на автомата имат вид:

x_1, x_2, x_3 , $Q(t)$	000	001	010	011	100	101	110	111	
1	1	1	0	0	0	0	1	1	$Q(t+1)$
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	0	0	1	1	y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	

$$(3) \quad \left| \begin{array}{l} Q(t+1) = (x_1 + x_3) \cdot [Q(t) + x_3] \\ y(t) = x_1 \cdot x_3 \cdot Q(t) \end{array} \right.$$

Вътрешните състояния са две. Едното съответствува на нормалното функциониране на праговите елементи. То е високоотговорно и е кодирано с "1". Второто вътрешно състояние е защитно. Кодирано е с "0". В него автоматът преминава при отказ или разминаване в праговете на двата прагови елемента. Предложеното решение е типичен fail-safe подход. То гарантира висока безопасност, но предполага проблеми по отношение на надеждността. Като алгоритъм има определени достойнства при софтуерно изпълнение на контролния канал.

На фигура 3 е предложено едно значително по-просто решение, което бе намерено по интуитивен път. Всъщност това е известният тиристорен тригър, но тук изпълнява специфични функции. Защитата от пълните откази се осъществява посредством принципа на импулсната работа. Нарастването на стойността на резисторите води до намаляване на тока през тиристора и повишаване на прага. На фигура 4 а) е дадена зависимостта тока на отпушване от тока в права посока в тиристира [1], а на фигура 4 б) - експериментално сънятата зависимост на om .

4. Резултати и изводи.

В доклада са дадени изискванията по отношение на безопасността към праговите елементи. Синтезиран е fail-safe

прагов елемент, отличаващ се с висока безопасност. Предложено е и обосновано използването на тиристорен тригер, в ново качество - fail-safe прагов елемент.

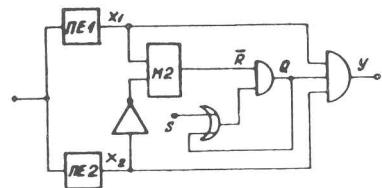
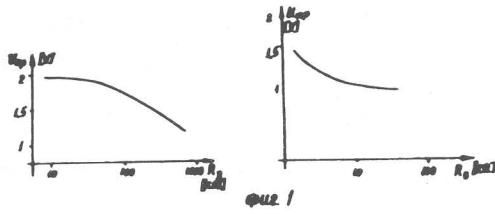
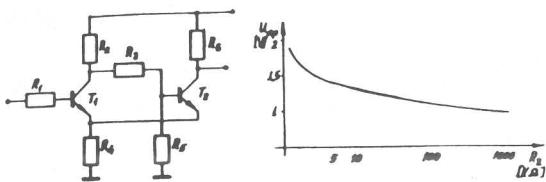
Могат да се направят следните изводи:

1. Праговите елементи имат въйнствен характер, поради което се поставят допълнителни изисквания по отношение на безопасност в сравнение с дискретните. Известните методи за синтез и анализ на безопасни устройства не са приложими.

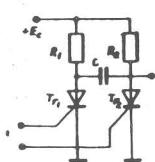
2. Причините, които могат да предизвикат преход на праговия елемент в опасно състояние могат да се разделят на три групи. В първата влизат устройчите откази. За тях важат известните принципи и методи за защита. Във втората група са външните въздействия - температура, влага, вибрации и други. За минимална тръбва да се взема тази стойност на прага. Вероятността за достигане на която е равна или по-малка от допустимата. Вероятност за опасен отказ в елемента. В третата група причини влизат постепенните откази, предизвикващи изменение на прага. Не се подчиняват на известните принципи за защита от опасни откази. Fail-safe прагов елемент може да се изгради, ако тези откази не водят до намаляване на прага на действие.

5. Литература.

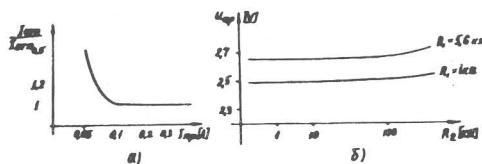
1. Горохов В.А., М.Б. Щедрин. Тиристоры в импульсных схемах. М. "Радио", 1972.
2. Иванов Е.Б. Интерфейсни устройства на компьютерните системи в жп автоматика. Автоматика. 1987.
3. Mukai Y., Y. Tohma. D Method for the Realisation of Fail-safe Asynchronous Sequential Circuits. IEEE Trans. Comput., v.C-23, N27, 1974.
4. Сапожников В.В., В.В. Сапожников. Дискретные автоматы с обнаружением отказов. Л., "Энергоатомиздат", 1984.
5. Христов Хр.А. Основи на осигурителната техника. С. "Техника", 1990.
6. Христов Хр., С.Сапарев. Структурни магнитнопараметрични елементи и схеми без опасни откази. НТК "Автом. и телем. - средство за повишаване на безопасността на движението и ефикасността на жп транспорт", Сл. бряг, 1978.



фиг.2



фиг.3



фиг.4