ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

СПЕЦИАЛНОСТ: Електроника

Р Е Ф Е Р А Т

П О

К Н Е А

Студент: Петя Христова Радева

Фак. № 101207153, ФЕТТ, група 46

Дата: 07.05.2010 г.

8.4.3. Модели, базирани на физически статистики

Физически-статистически базираните модели използват ефекта на придаване на значимост на честотата на отказите на изделията, които са подложени на тестване. Например честотата на отказите на много интегрални схеми се ускорява от температурата и моделът, който свързва честотата на отказите с температурата, трябва да рефлектира на физическите и химичните свойства на изделието. Още повече, тъй като няколко устройства обикновено се тестват на едно и също стрес-ниво и всички случаи на отказ настъпват в случаен момент, изразът, който отразява честотата на отказите, трябва да отразява и разпределението на типичното време на отказите. Затова физически-статистически базираните модели са нужни за описване на връзките при честотата на отказите.

8.4.3.1. Моделът Арениус

Високата температура е най-често използваният природен стресов метод за ускорено тестване на продължителността на работа на микроелектронните устройства. Влиянието на температурата върху устройството главно се описва посредством уравнението за нивото на реакция на Арениус, което се дава с израза:

$$r = Ae^{-(E_a/kT)},$$

/8.12/
където:

r – скорост на реакцията;
A – неизвестна нетермична константа;
E_a – енергията на активация (eV); енергията, която молекулата трябва да има, преди да е взела участие в реакцията;
k – константа на Болцман ($8{,}623.10^{-5} eV/K$);
T – температурата, Келвин.

Енергията на активация (E_a) е фактор, който определя наклона на характеристиката на реакционната крива в зависимост от определена температура и описва ефекта на увеличението, който има температурата върху степента на реакцията и се изразява в електронволт (eV). За повечето приложения E_a се приема по-скоро като наклона на крива, отколкото определено енергийно ниво. Ниската стойност на тази енергия показва малък наклон или реакция, която има малка зависимост спрямо температурата. От друга страна, големите стойности показват висока степен температурна зависимост.

Предполагайки, че животът на устройстовото е пропорционален на обратното ниво на реакция на процеса, тогава уравнението 8.12 може да бъде записано като:

$$L = Ae^{+(E_a/kT)}.$$

Продължителността на работа на устройствата при нормална работна температура L_0 и увеличена температура L_S се свързват чрез израза:

$$\frac{L_0}{L_S} = \frac{e^{(E_a/kT_0)}}{e^{(E_a/kT_s)}}$$

или

$$L_0 = L_S.exp.\frac{E_a}{k}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_S}\right)$$

Когато средната продължителност на работа L_0 при нормални работни условия е изчислена и основното разпределение на продължителността на работа е експоненциално, тогава честотата на отказите при нормална работна температура е:

$$\lambda_0 = \frac{1}{L_0},$$

а факторът на термично увеличение е:

$$A_T = \frac{L_0}{L_S},$$

или

$$A_T = exp\left[\frac{E_a}{k}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_S}\right)\right].$$

8.4.3.2. Моделът Айринг (Eyring)

Моделът Айринг е подобен на модела Арениус. Затова, той се използва главно за моделиране на информация за откази, когато засиленият стрес е температура. Той е по-общ в сравнение с модела Арениус, тъй като той може да моделира информация както от ускорено температурно тестване, така и информация от други единични стрес тестове като например електрическо поле. Моделът Айринг за температурно увеличаване е:

$$L = \frac{1}{T} exp\left[\frac{\beta}{T} - \alpha\right] \quad ,$$

/8.15/

където α и β са константи, определени от тестовите данни, L е средната продължителност на работа, T е температурата, измерена в Келвини. Както е показано на формула 8.15, основното време на отказите е с експоненциално разпределение. Заради това показатели за случайността са λ и 1/L. Връзката между продължителностите на работа при ускорените условия и нормалните работни условия се дава както следва. Средната продължителност на работа при ускорени стрес условия е:

$$L_S = \frac{1}{T_S} exp\left[\frac{\beta}{T_S} - \alpha\right] \quad .$$

/8.16/

Средната продължителност на работа при нормалните работни условия е:

$$L_0 = \frac{1}{T_0} exp\left[\frac{\beta}{T_0} - \alpha\right].$$

/8.17/

Разделяйки **/8.16/** на **/8.17/** получаваме:

$$L_o = L_S.\left(\frac{T_S}{T_0}\right).exp\left[\beta.\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_S}\right)\right]$$

/8.18/

Факторът на увеличението е:

$$A_F = \frac{L_o}{L_S} \ .$$

Уравнение **/8.18/** е идентично с резултата от модела на Арениус, даден в уравнение **/8.13/** с изключение на отношението (T_S/T_o) на неекспоненциалната крива в уравнение **/8.18/** е равно на 1. В този случай β намаля отношението между E_a и k (константа на Болцман).

Константите α и β могат да бъдат получени чрез максимално вероятностния метод чрез решаване на следните две уравнения за n на брой тествани образци при различни нива на стрес и r_i откази (I = 1, 2, …, n), наблюдавани при стрес ниво V_i. Уравненията са сумата от производните на вероятностната функция под влиянието на α и β, респективно и приравняването им на нула.

$$\sum_{i=1}^{n} R_i - \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{R_i}{\grave{\lambda}.V_i}\right] exp\left[\alpha - \beta.\left(V_i^{-1} - \bar{V}\right)\right] = 0$$

/8.19/

$$\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{R_i}{\grave{\lambda}_i.V_i}\right].\left(V_i^{-1} - \bar{V}\right).exp\left[\alpha - \beta.\left(V_i^{-1} - \bar{V}\right)\right] = 0,$$

/8.20/

където:

$\grave{\lambda}_i =$ оцененото ниво на случайност при стрес V_i.

$$R_i = \begin{cases} r_i, & \text{ако локацията на параметъра е позната} \\ r_i - 1, & \text{ако локацията на параметъра е непозната} \end{cases}$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{R_i}{V_i}}{\sum_{i=1}^{n} R_i}$$

V = стрес променлива. Ако е температура, тогава се измерва в Келвин.

8.4.3.3. Модел на правилото на инвертираната мощност

Моделът на правилото на инвертираната мощност се базира на кинетичната теория и енергията на активация. Основното разпределение на продължителност на работа при този модел е Вейбулово. Средното време за отказ намалява с n-тата мощност на приложения стрес (обикновено напрежение). Законът за инвертираната мощност се дава с израза:

$$L_s = \frac{C}{V_s^n} \quad C > 0,$$

/8.21/

Където L_s е средната продължителност на работа при ускорен стрес V_s, C и n са константи. Продължителността на работа при нормални работни условия е:

$$L_o = \frac{C}{V_o^n}$$

/8.22/

Поради това

$$L_o = L.\left(\frac{V_s}{V_{\acute{o}}}\right)^n$$

/8.23/

Коригираната формула **/8.21/** без промяна на базовата й характеристика към

$$L_i = \frac{C}{\left(\frac{V_i}{\bar{\bar{V}}}\right)^n},$$

/8.24/

Където L_i е продължителността на работа при стрес ниво V_i и $\bar{\bar{V}}$ е осреднената геометрична тежест на V_i и се изразява като

$$\bar{\bar{V}} = \prod_{i=1}^{k} (V_i)^{R_i / \sum_{i=1}^{k} R_i},$$

където $R_i = \gamma_i$(брой на отказите при ниво на стреса V_i) или $R_i = \gamma_i - 1$ в зависимост дали параметърът на формата на разпределението на времето на отказа е известно. Вероятностната функция на C и n е:

$$\prod_{i=1}^{k} \Gamma^{-1}.\left(R_i\right).\left[\frac{R_i}{C}.\left(\frac{V_i}{\bar{\bar{V}}}\right)^n\right]^{R_i}.\left(\grave{L}_i\right)^{R_i - 1}.exp\left[-\frac{R_i.\grave{L}_i}{C}.\left(\frac{V_i}{\bar{\bar{V}}}\right)^n\right],$$

където $\grave{L}_i$ е оценената средна продължителност на работа при стрес V_i. Максималните вероятностни оценители на $\grave{C}$ и $\grave{n}$ се получават чрез решаване на следните две уравнения:

$$\grave{C} = \frac{\sum_{i=1}^{k} R_i.\grave{L}_i.\left(\frac{V_i}{\bar{\bar{V}}}\right)^{\grave{n}}}{\sum_{i=1}^{k} R_i}$$

/8.26/

$$\sum_{i=1}^{k} R_i.\grave{L}_i.\left(\frac{V_i}{\overline{\overline{V}}}\right)^n.\log\frac{V_i}{\overline{\overline{V}}} = 0$$

/8.27/

Асимптотичната вариация на $\grave{n}$ и $\grave{C}$:

$$\sigma_n^2 = \left[\sum_{i=1}^{k} R_i.\left(\log\frac{V_i}{\overline{\overline{V}}}\right)^2\right]^{-1}$$

/8.28/

$$\sigma_n^2 = C^2.\left(\sum_{i=1}^{k} R_i\right)^{-1}$$

/8.29/

8.4.3.4. Комбинационен модел

Моделът е подобен на модела Айринг за многократен стрес, когато температура и друг стрес, например напрежение, се използват за ускорения тест за продължителност на работа. Същността на модела е в това, че моделът на Арениус и моделът на правилото на инвертираната мощност са комбинирани за създаването на комбинационния модел. Той е валиден, когато параметърът на формата на Вейбуловото разпределение е еднакъв с този на модела на правилото на инвертираната мощност. Моделът се дава като:

$$\frac{L_0}{L_S} = \left(\frac{V_o}{V_s}\right)^{-n}.exp\left[E_a/k\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_S}\right)\right],$$

/8.30/

$L_0 =$ *продължителността на работа при нормални работни условия*,
$L_S =$ *продължителността на работа при ускорени тестови условия*,
$V_o =$ *нормалното работно напрежение*,
$V_s =$ *напрежението при ускорен стрес*,
$T_S =$ *ускорената стрес температура*,
$T_0 =$ *нормалната работна температура*.