

АВТОМАТИЗАЦИЯ НА КАЛИБРОВЪЧНИ И ДИАГНОСТИЧНИ ПРОЦЕДУРИ ЗА СТИМУЛИРАЩО-ИЗМЕРВАТЕЛНИ МОДУЛИ

Проф. к.т.н. Иван Илиев Стоянов
н.с. Пламен Иванов Ганчев
н.с. Николай Петров Братанов

1. ВЪВЕДЕНИЕ

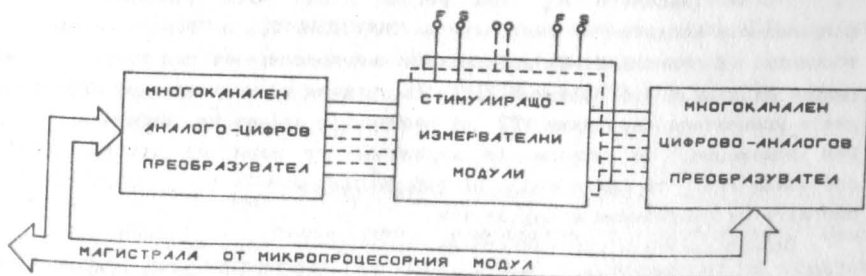
Автоматизираните измервателни уреди (АИУ) са ново поколение измервателни уреди, характеризирани се с широки

автоматична диагностика и провеждането на автоматични калибровъчни процедури.

В [1] са дадени общото архитектурно устройство и основните характеристики и параметри на компютърен анализатор на полупроводникови елементи АСИК-АПЕ. Основните приложения описани там налагат да се вземат специални мерки за повишаване на точността, както и висока надеждност при експлоатация и бързо локализиране и отстраняване на възникнала неизправност.

2. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА СИМ

Общата хардуерна организация на компютърния анализатор е разгледана в [1]. На фиг.1 е дадена обобщена блокова схема на измервателната част, която включва: многоканален цифрово-аналогов преобразувател (ЦАП), многоканален аналого-цифров преобразувател (АЦП) и четири СИМ.



$$(3) \quad - U_{\text{изм.1}} = k_{\text{ДУ}} \cdot (U_{10\text{ДУ}} + R_{\text{обхв}} \cdot (I_{1\text{ВВУ}} + I_{10\text{ДУ}}));$$

където: $U_{\text{изм.1}}$ - грешка при измерване на ток; $k_{\text{ДУ}}$ - коефициент на усилване на ДУ; $U_{10\text{ДУ}}$ - напрежение на несиметрия на ДУ; $R_{\text{обхв}}$ - обхвaten резистор определящ обхвата по ток; $I_{1\text{ВВУ}}$ - поляризиращ входен ток на БУ; $I_{10\text{ДУ}}$ - ток на несиметрия на ДУ;

Грешката при стимулиране с ток зависи от напрежението на несиметрия на усилвателя на грешка УГ2 (УГ21+ и УГ21-), влиянието на входния поляризиращ ток на БУ и тока на несиметрия на ДУ:

$$(4) \quad - U_{\text{стим.1}} = U_{10\text{УГ2}} + k_{\text{ДУ}} \cdot (U_{10\text{ДУ}} + R_{\text{обхв}} \cdot (I_{1\text{ВВУ}} + U_{10\text{ДУ}})).$$

където: $U_{\text{стим.1}}$ - грешка при измерване на ток; $U_{10\text{УГ2}}$ - напрежение на несиметрия на УГ2;

4. МЕТОДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ И КОРИГИРАНЕ НА АДТИВНАТА ГРЕШКА

Измерването на калибровъчните коефициенти по напрежение и ток се извършва отделно за стимулиране и за измерване. Стойностите им се записват в паметта и при работа на уреда служат за корекция.

За измерването на грешката при измерване на напрежение е необходимо да елиминираме грешката внасяна от канала за стимулиране. Това се постига по следния начин. Програмира се номинално изходно напрежение $U_{\text{он}}$ и граница на тока $I_{\text{он}}$. Включва се в изхода на СИМ такава стойност на товарен резистор $R_{\text{т}}$, че се получава ограничение по ток, намаляващо к пъти изходното напрежение спрямо програмираната стойност. При тези условия са валидни изразите:

$$U_0 = I_{\text{он}} \cdot R_{\text{т}} \quad \text{и} \quad U_0 = \frac{U_{\text{он}}}{k}, \quad \text{където } U_0 \text{ е действително установеното}$$

изходно напрежение. В конкретния случай се приема $k=1000$, $U_{\text{он}}=1\text{V}$ и $I_{\text{он}}=1\text{nA}$, при което се получава $R_{\text{т}}=1\text{M}\Omega$. При тези условия се получава адитивна грешка в изхода равна на 1mV . Като приведем тази стойност към обхвата на измерване на АЩП се получава измерена грешка равна на $k_{\text{ИУ}} \cdot 1\text{mV}$. Максималната стойност на тази грешка е 2.5mV при обхват 4V . Това напрежение не може да се измери, тъй като е равно на грешката от дискретизация на АЩП (в АПЕ той е 12-разряден).

В случая грешката внасяна от $I_{\text{т}}$ и $I_{\text{т}}$ не оказва влияние тъй

Измерването на грешката при стимулиране с напрежение става, като измерим общата грешка (при стимулиране и измерване) и от нея извадим грешката при измерване. Общата грешка при стимулиране и измерване с напрежение може да се измери, като зададем $U_{0u}=0V$ и измерим напрежението в изхода при изключен товар. По този начин получаваме сумарна грешка: $U_{\Sigma u} = U_{\text{стим.}u} + U_{\text{ном.}u}$ или грешката при стимулиране е $U_{\text{стим.}u} = U_{\Sigma u} - U_{\text{ном.}u}$.

Грешката при измерване на ток се измерва като работим в режим "U". Задаваме максимално ограничение по ток. За да избегнем грешката по канала за стимулиране коригираме задаваната стойност по напрежение, така че в изхода да се получи 0V. Изхода е изключен и измереното напрежение ще съответства на грешката по канала за измерване на ток: $U_{0i} = U_{\text{ном.}i} - U_{\text{стим.}i}$.

Измерването на грешката по канала за стимулиране с ток става по следния начин. От изразите (3) и (4) получаваме, че грешката при стимулиране зависи от грешката при измерване и от грешката внасяна от УГ2. Следователно измерването на грешката при стимулиране с ток се свежда до измерване грешката, която внася УГ2.

Когато стимулираме с ток (режим на работа "I") изхода се управлява от УГ2. Този операционен усилвател е съставен от два усилвателя на грешка (УГ2I+ и УГ2I-), които работят алтернативно в зависимост от посоката на тока, с която стимулираме. При отрицателна посока на тока "работят" инвертиращ усилвател и усилвател на грешка УГ2I+, а при положителна - усилвател на грешка УГ2I-. Следователно стойността на грешката внасяна от УГ2 зависи заная на величината, с която стимулираме.

Измерването става отделно в двете посоки на тока, като задаваме ток 0A в режим на работа "I" и включен товар в изхода. При това измерения ток съответства на грешката по канала за стимулиране с ток и грешката при измерване с ток за определен обхват. Ако извадим грешката при стимулиране за този обхват, определена преди това, получаваме точно грешката внасяна от УГ2.

Измерването на калибровъчните коефициенти по напрежение и ток се извършва отделно за всеки обхват по напрежение и по ток. Стойностите им се записват в паметта и при работа на уреда служат за корекция. Автоматично през определено време става измерването на тези коефициенти и записването им в оперативната памет на уреда.

Самодиагностиката на АПЕ се състои в последователно (в определен ред) прилагане на тестови процедури за всеки модул. Всеки тест има задача да установи изправността на отделен елемент на модула.

За СИМ като обекти на тестване се обособяват следните елементи: канал за стимулиране с напрежение, канал за измерване на напрежение, канал за стимулиране с ток, канал за измерване на ток, ключове за промяна на обхватите по напрежение и по ток, отместването по токовия канал и на детектор за управлението.

Първите четири теста определят изправността на каналите за стимулиране и измерване с напрежение и ток. Тези тестове се състоят в проверка дали измерените калибровъчни коефициенти по напрежение и ток са в границите на допустимите стойности за всеки обхват. Следващият тест проверява изправността на ключовете определящи обхвата по напрежение, т.е. дали правилно се превключват обхватите по напрежение. При него се задават стойности на изходното напрежение, такива че протичащия в изхода ток да има една и съща стойност. За да се изпълни това условие е необходимо задаваните напрежения да са в съотношение 0.4:1:4:10 (съответстващо на коефициентите на усилване за всеки обхват). Ако за обхват 4V стойността на задаваното напрежение в изхода е 1V, то за следващите обхвати напреженията ще бъдат съответно 0.4V, 0.1V и 0.04V.

Теста за обхватните ключове по ток установява правилността

Прилагането на автоматизирани способности за калибровка и диагностика води до:

- подобряване технологичността на изделието, като се елиминират ръчни калибровъчни процедури;
- намалява адитивната грешка до един порядък, като системата автоматично следи и коригира временния и температурен дрейф;
- подобрява се ремонтпригодността на уреда, като се намалява времето за локализиране на причината за възникнала неизправност.

Литература:

1. Анализатор на полупроводникови елементи - устройство, характеристики и параметри. - Доклад на научна сесия "Електронна техника 90" - 1-5 октомври 1990г.