

Методология за тестване на електронни изделия

проф. Иван Илиев Стоянов, инж. Георги Тодоров Николов
ТУ-София, ФЕТТ, кат. "Електронна Техника"

Abstract

The electronic researchers and electronic circuits designers inevitably reach the phase to evaluate projected device characteristics and parameters. As many young as trained electronic engineers make the experiment spontaneously applying intuitive methods and put reliance to obtained experience.

The target aim of the presented measurement methodology is to solve such problems. In sequence of procedures the researcher creates test configuration project, plan and perform measurements, keeping in mind interactions between DUT, measurement tools and environment.

The methodology described in this paper can be successfully used in ECAD systems with simulating - measurement interconnections to make lighter design project.

The electronic devices measurement methodology is founded of WEB-based virtual environment for educational purposes. This virtual education environment is developed by DLM Lab's team and will be applied in FETT, TU-Sofia.

I. Въведение

Методологията за реални изследвания на характеристики и параметри на електронни изделия представлява последователност от процедури осъществявани в системата изследван обект-технически средства. В резултат на тези процедури се получава информация за техническите показатели на изделието, определящи неговото качество. Методологията касае електрическите характеристики и параметри и по правило е валидна за всякакъв вид електронни изделия.

Усвояването на систематичния подход заложен в описаната методология ще помогне на специалистта да намери най-краткия път към решаване на проблемите свързани с получаване на достоверна информация за търсените характеристики и параметри.

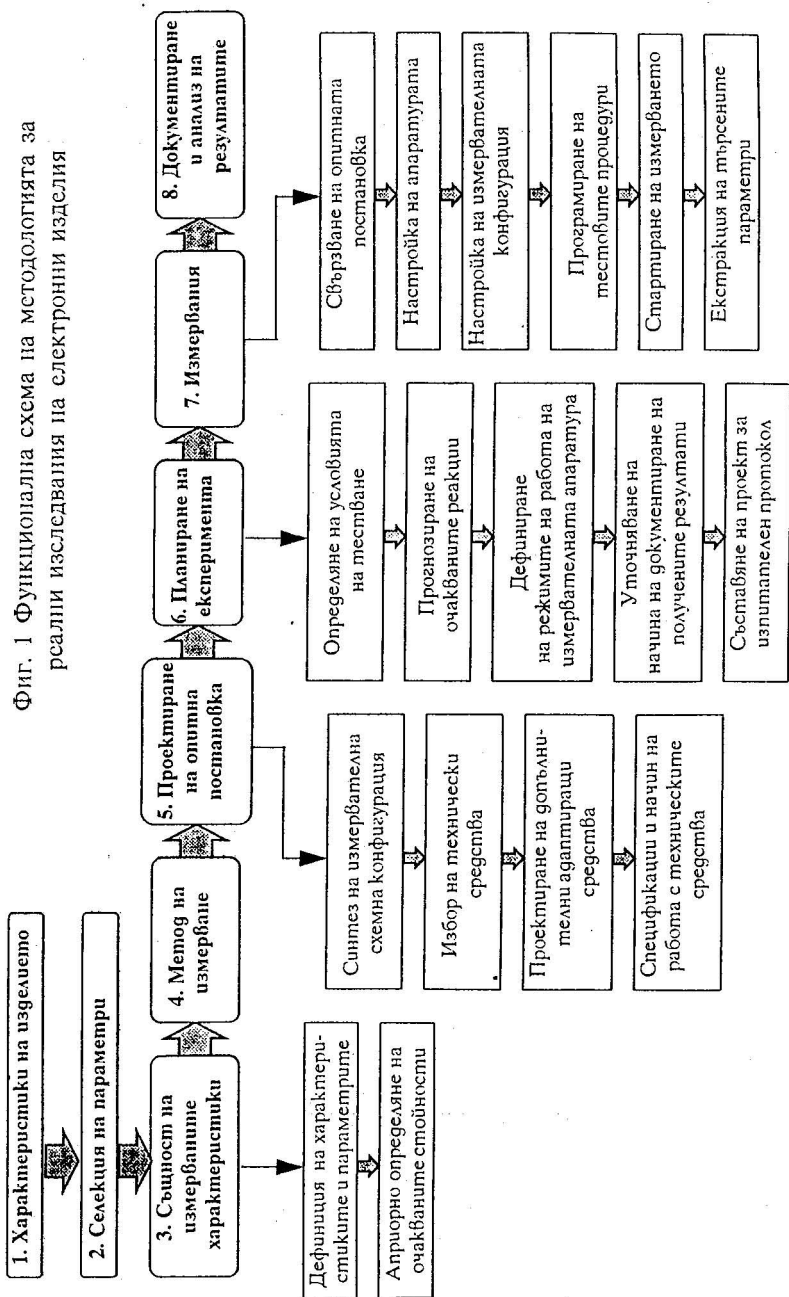
II. Същност на методологията

Функционалната схема на методологията за изследване / тестване на електронни изделия е показана на фиг. 1. В нея са заложени 8 стъпки (процедури). Всяка от тях обединява специфичен род дейности, чиито съдържание и смисъл са описани по-долу.

1. Характеристики и параметри на изделието

Характеристиките определящи функционалната пригодност на едно електронно изделие представляват съвкупност от електрически, механически, енергетически, надеждностни и икономически показатели, определящи качеството и конкурентността на изделието. Всички тези показатели подлежат на проверка при създаване на опитни образци и на контрол върху произведената продукция.

Пример 1. Електрическите свойства на операционните усилватели се описват с повече от 44 параметри [1], [2].



2. Селекция на параметри подлежащи на измерване

Невъзможно е с една единствена контролираща система да се обхванат всичките видове измервания, както и да се провери многообразието от електрическите параметри. Тенденцията е да се увеличава функционалността и ефективността на производствените тестерни системи. По правило обаче такива системи не са достъпни за масовия потребител: дребни и средни производства, развойни и учебни лаборатории. Ето защо практиката често налага разработката на по-тясно специализирани тестери или опитни постановки, с които се измерва един или група параметри. Селекцията на тези параметри е подчинена на общността в тяхната специфика, а от там и в методите и средствата, с които се осъществява тестването [3].

Пример 2. Параметрите полюсна честота f_p , произведението GBW, честотата на единичното усилване f_1 и запасът от фазов ъгъл ϕ_{M1} са параметри свързани с амплитудно и фазово честотните характеристики на операционните усилватели. Както характеристиките, така и тези параметри се обединяват под един признак и могат да бъдат определени с една специфична по рода си опитна постановка.

3. Същността на измерваните характеристики

В основата на всяко снемане на зависимости между две величини или измервания на параметър стои въпросът с изясняване на тяхната същност.

Предварителната макар и приблизителна оценка на стимулиращите сигнали и възбудените реакции на изследвания обект е необходима предпоставка за избор на метод на измерване и подходяща измервателна апаратура.

Пример 3. От каталожни данни на произведен ОУ, от симулационни процедури върху негов модел или от предварително задание за проектиране се знае, че: - Усилването по напрежение при ниски честоти и отворена верига на обратна връзка варира в граници $A_o = 20 \cdot 10^3 - 500 \cdot 10^3$, - АЧХ е разположена в обхват: 20-100Hz-първа полюсна честота до 5-10 MHz -честота на единичното усилване.

Голямото и изменение се в широки граници усилване по напрежение изисква ниски нива на възбудителните сигнали, което насочва към избор на подходяща схема за снемане на честотни характеристики и на задоволяващи нуждите стимулиращо -измервателни модули.

4. Избор на метод на измерване

Често определена характеристика или даден параметър могат да се намерят чрез използване на повече от един методи. Оптимален метод на измерване е този, който задоволява изискванията за точност, реализира се с по-икономична или разполагаема апаратура и обезпечава по-скоростни измервания и анализи.

Пример 4. Според характера на средствата, методите за изследване на поведението на линейни системи в честотна област се делят на: автоматизирани - използващи анализатори на усилване и фаза; и на методи използващи традиционна измервателна апаратура (генератор и осцилоскоп). Изборът се определя от разполагаемите измервателни средства.

5. Проектиране на опитна постановка

Опитната постановка е система от изследван обект и технически средства, в която се реализира избрания метод на измерване чрез поредица от измервателни процедури. Съгласно функционалната схема на методологията от фиг. 1 в проектирането на опитна постановка са заложили 4 фази. Първите три от тях са свързани със синтез на измервателна конфигурация, изборът на техническите средства и проектиране на интерфейси между обекта и стимулиращо-измервателните модули.

Пример 5. Възможни са 3 схемни варианта за снемане на честотни характеристики на линейни системи А) Директно свързване на стимулиращо-измервателните модули към изследвания обект; Б) Прилагане на обратна връзка и делител на напрежение към входната верига на четириполосника и В) Директно свързване на системата във верига на отрицателна обратна връзка. До последните два варианта се прибавя в случаите на големи коефициенти на усилване по напрежение (операционни усилватели).

6. Планиране на експеримента

Тази фаза от предварителната подготовка на измерванията е често пренебрегвана или подценявана. Това обстоятелство поражда излишни затруднения и лутаници в експерименталната дейност и може да доведе до нейното компрометиране.

Планирането на експеримента, както се вижда от фиг. 1 може да се раздели на две последователни процедури, в които се определят съответно условията на тестване и очаквани резултати. След това се уточняват режимите на работа на измервателната апаратура и маркира начина на документирание на получените резултати.

7. Измервания

В тази фаза от процедурите заложили в методологията за изследване / тестване на електронни изделия се реализира опитната постановка и се извършват реалните измервания. Изпълнението на последователността от стъпки отразени на фиг. 1, водено от предварителното планиране на експеримента гарантира успеха на експерименталната дейност.

8. Документиране и анализ на получените резултати

Документирането е важен етап от методологията за измерване на характеристики и параметри. В съставения документ (изпитателен протокол) се фиксират схемата на опитната постановка и типа

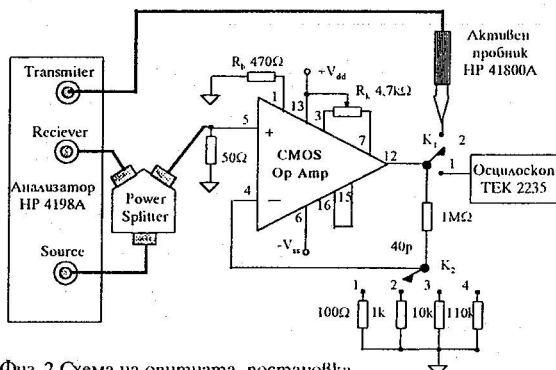
на използваната апаратура. Самите резултати се нанасят в подходящи графики и таблици. Уточняват се обект на изследване, условия и режими на тестване.

Анализът на получените резултати е свързан с целите поставени пред експеримента.

III. Изследване на честотни характеристики на ОУ

Изложената по-горе методология за изследване / тестване на електронни изделия бе приложена по отношение на операционните усилватели и показва своята състоятелност и полезност. На фиг. 2 може да се види схема на опитната постановка, по която бяха изследвани честотните характеристики на 2 μm CMOS - операционен усилвател проектиран в лаборатория ECAD на ТУ-София.

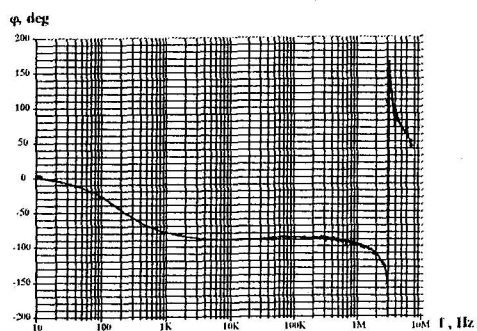
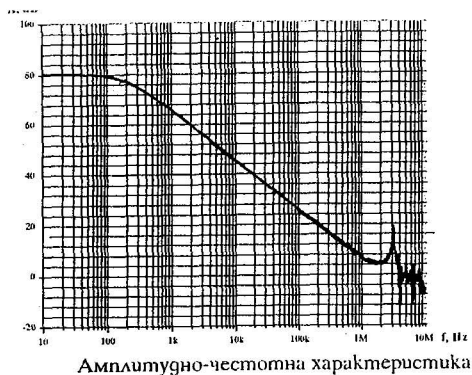
В тази постановка е използвана измервателна схема, при която ОУ е обхванат от отрицателна обратна връзка. Чрез осцилоскопа включен в изходната верига на схемата се контролира евентуалната поява на паразитни осцилации.



Фиг. 2 Схема на опитната постановка

Получените честотни характеристики с помощта на анализатора на вериги HP 4195A и коефициент на усилване 80 dB са показани на фиг 3. В отделна таблица са дадени резултатите от екстракцията на основните параметри свързани с тези характеристики.

Анализът от резултатите от измерванията показва добро съвпадение със симулираните характеристики от етапа на проектиране на схемата. Очевидната неустойчивост на схемата (отрицателен фазов ъгъл на запаса и самовъзбуждане на опитната постановка при коефициент на усилване по напрежение под 5) наложи внасяне на изменение в стойностите на честотно коригиращата RC-група, традиционно прилагана в схемотехниката на операционните усилватели.



Фиг. 3 Фазо-честотна характеристика

Параметър	Озн	См.	Р.
Честота на първия полюс	f_{p1}	180	Н
Фазово отместване за f_{p1}	φ_{p1}	-44	dc
Честота на втория полюс	f_{p2}	3.2	М
Фазово отместване за f_{p1}	φ_{p2}	-172	dc
Квазирезонансна честота	f_{p0}	3	М
Честота на единичното усилване	f_1	3.7	М
Фазово отместване за f_1	φ_1	-277	dc
Произведение $A_{r.f}$ в областите на спадане на АЧХ с 20dB/dec.	G B W	2	М
Запас по фаза	φ_M	-87	dc

Заклучение

Предложената в настоящия доклад методология за реално изследване/тестване на електрическите характеристики и параметри на електронни изделия е показала своята целесъобразност при изследванията проведени от авторите върху поведението на CMOS ОУ в честотна област. Част от така получените резултати и проведени анализи са приложени в края на доклада.

Усвояването на методологията от инженери, проектанти и научни работници ще способства за по-ефективно решаване на проблемите възникващи при реалните изследвания на всякакъв вид електронни изделия. Нейната структурираност я прави пригодна и за учебни цели (DLC, WEB-приложения и т.н.)

Литература

- [1] National Semiconductor. "General Purpose Linear Devices", Databook 1989
- [2] Karci J "Understanding Operational Amplifier Specifications", SLAA031 Texas Instruments, April 1998
- [3] W. Kilgore, B. Mathews "Recommended Test Procedures for Operational Amplifiers", AN551.1 Harris Semiconductor November. 1996