ЛАБОРАТОРНО УПРАЖНЕНИЕ

АНАЛИЗ НА УСТОЙЧИВОСТ ЧРЕЗ PSPICE И PROBE.

ДЕФИНИРАНЕ НА МАКРОСИ В PROBE.

**Цел на упражнението:**

1. Компютърно изследване на устойчивостта на електронни схеми чрез честотен анализ*.*
2. Построяване на Амплитудно-фазова характеристика на електронни схеми.
3. Дефиниране и използване на макроси в графичния анализатор *Probe*.
4. Дефиниране и използване на командни файлове в *Probe*.

**Задачи за изпълнение:**

1. Да се определи и отбележи в протокола видът на обратната връзка за схемата от фиг 1. Да се напише в общ вид комплексният коефициент на предаване по затворения контур *L=βA*. Да се поставят етикети на възлите, например i и b, чиито напрежения или токове се използва при определянето на *L*.



Фиг.1

1. Да се построи амплитудно-фазовата характеристика (АФХ) Im[*L*]=*f*(Re[*L*]) на схемата чрез графичния анализатор *Probe*. Чрез диаграмата на Найкуист да се направят изводи за устойчивостта на схемата.
2. Да се дефинира и запише макрос за построяване на АФХ в *Probe.*
3. Да се изследва влиянието на схемните параметри върху устойчивостта на електронните схеми. С помощта на параметричния анализ да се изследва устойчивостта на схемата при следните стойности на резистора R2: 18kΩ, 20.1kΩ и 21kΩ. Да се направи оценка на устойчивостта за всеки един от случаите посредством реалната **Lr=R(V(b)/V(i,b))** и имагинерната част **Li=Img(V(b)/V(i,b))** на комплексния коефициент на предаване по затворения контур.
4. Задачата от т.4 да се реши автоматично посредством използване на команден файл в *Probe*.

**Контролни въпроси:**

1. Как се определя комплексният коефициент на предаване по затворения контур *L=βA* за схема с обратна връзка чрез *PSpice*?
2. Как се изследва устойчивост на електронна схема по критерия на Найкуист чрез *PSpice*?
3. Какво представляват макросите в *Probe* и как се дефинират?
4. Какво представляват командните файлове в *Probe* и как се дефинират?

**Указания за изпълнение**

**Компютърно изследване на устойчивостта с PSpice по критерия на**

**Найкуист**

Изследването на устойчивостта на електронни схеми и системи по честотни критерии може да се осъществи с помощта на програмата *PSpice* като се използват анализ в честотна област и възможностите на графичния анализатор *Probe.* Определя се комплексният коефициент на предаване по затворения контур *L=βA,* където *A* е усилването по веригата на право предаване, а *β* е предаването на обратната връзка. Величината *L* се изразява чрез отношения между комплексите на напрежения или токове. Изразът й зависи от типа на обратната връзка по отношение на входната верига. На фигура 2 са показани блоковите схеми и формулите за определяне на *L* за последователна обратна връзка по напрежение и последователна обратна връзка по ток.

****

Фиг.2

На фигура 3 са показани блоковите схеми и формулите за определяне на *L* за паралелна обратна връзка по напрежение и паралелна обратна връзка по ток.

****

Фиг.3

Изразите за *L* могат да се определи чрез *PSpice* без да се разкъсва обратната връзка, което позволява адекватно изследване на устойчивостта с отчитане на реалните параметри на елементите. Като се използват широките възможности на графичния анализатор за постпроцесорна обработка *Probe*, се построява *амплитудно-фазовата характеристика* на схемата (АФХ) Im[*L*] = *f*(Re[*L*]) и се прилага критерият на Найкуист. Изразите за *L* могат да се приложат също така и за анализ на устойчивостта на схеми и системи със смесена обратна връзка (последователна и паралелна), дефинирани на едно и също ниво (невключени една в друга).

За да се определи автоматично амплитудно-фазовата характеристика на схемата от фиг. 1 чрез *PSpice*, възлите, чиито напрежения участват при изчисляване на $\dot{U}\_{β} $ и $\dot{U}\_{i}$в израза за *L,* се обозначават с фиксирани имена, като се използват съответни етикети. Това облекчава определянето на необходимите величини за получаване на АФХ Im[*L*] =*f*(Re[*L*]) и нейното автоматично изобразяване в графичния анализатор *Probe.*

**Построяване на амплитудно-фазовата характеристика (АФХ)**

Построяването на амплитудно-фазовата характеристика чрез *PSpice* включва следните стъпки:

1. Начертава се схемата с графичния редактор *Capture* и се задава входен сигнал за анализ в честотна област чрез източник на напрежение тип VAC. Въвежда се амплитудата на входния сигнал ACMAG, например ACMAG=1mV.

2.Поставят се етикети на възлите, напреженията или токовете в които се използват при определяне на L (за изследваната схема напреженията $\dot{U}\_{β} $ и $\dot{U}\_{i})$, например *i* и *b*.

3. Чрез менюто ***PSpice/Edit Simulation Profile*** се задава подходящ честотен диапазон за анализа. За примера е подходящо логаритмично изменение на честотата от 1Hz до 10MHz при 100 точки на декада. Симулацията се стартира с ***PSpice/Run***.

4. Построява се АФХ Im[*L*] = *f*(Re[*L*]) чрез графичния анализатор *Probe.* Реалната част на параметъра *L* се нанася по оста **Х** чрез менюто **Plot/Axis Setting/X Axis.** Избора се *линеен мащаб* на изменение на променливата (**Linear**), логаритмичният мащаб може да се използва, когато Re[*L*] заема само положителни стойности, което не винаги е изпълнено. Променливата Re[*L*] се задава по оста **X** чрез менюто **Plot/Аxis Settings/X Аxis.** Избира се **Axis Variable.** В полето **Trace Expression** на менюто **Axis Variable** се задава изразът:

**R(V(b,0)/V(i,b)).**

За нанасяне на имагинерната част на *L* по оста **Y** се избира менюто **Trace/Add...** и в

полето **Trace Expression** се записва изразът:

**Img(V(b,0)/V(i,b))**.

В резултат се получава амплитудно-фазовата характеристика (диаграмата на Найкуист). За да се построи характерната точка с координати (-1,0) върху диаграмата на Найкуист, се добавя и графиката на константата **0** в полето **Trace Expression** на менюто **Trace.** С помощта на курсора се определя местоположението на точката (-1,0) върху оста **Х** и координатите й се фиксират върху екрана.

**Дефиниране на макроси в Probe**

Макросите представляват съкратени имена на изрази в *Probe*. Използват се за да се улесни постпроцесорната обработка в *Probe* на резултатите от симулацията. Задават се чрез менюто **Trace/Macros**. Макросите се записват в полето **Definition** и се съхранява чрез **Save**.

При анализ на устойчивост реалната част на *L* е дефинирана чрез макроса

**Lr=R(V(b)/V(i,b))**,

а имагинерната част – чрез макроса

**Li=Img(V(b)/V(i,b))**.

При построяване на АФХ по оста **X** се задава **Lr,** а по оста **Y** се задава **Li.**

**Автоматично построяване на АФХ чрез използване на командни файлове в Probe**

Дефинирането на командни файлове в *Probe* позволява да се изпълни автоматично поредица от команди. Процедурата е илюстрирана с построяване на АФХ на схемата от фиг. 1. В *Capture* се задава честотен анализ. Стартира се симулацията. В *Probe* се избира **File/Log Commands** за създаване на командния файл. Дава се име, напр. **nyquist.cmd.** Построява се АФХ по описаната по горе процедурата. Накрая се затваря Log-файла чрез повторно избиране на **File/Log Commands.** За проверка на действието на командвия файл се затваря програмата *Probe***.** От *Capture* се стартира симулацията. В *Probe* чрез **File/LogCommands** се избира и отваря командният файл **nyquist.cmd**. Характеристиките от параметричния анализ в т.4 се визуализират автоматично. Поредицата от изпълнявани команди, записани автоматично в командния файла **nyquist.cmd,** има вида, показан на фиг. 4. Файлът може да се прегледа и редактира с програма от типа на **Notepad.**



Фиг.4