

# **Influence of transistor parameters on fluctuations in a heteromagnetic active oscillator**

Maksim Inkin, Saratov State University, Russia  
Alexander Ignatiev, Saratov State University, Russia

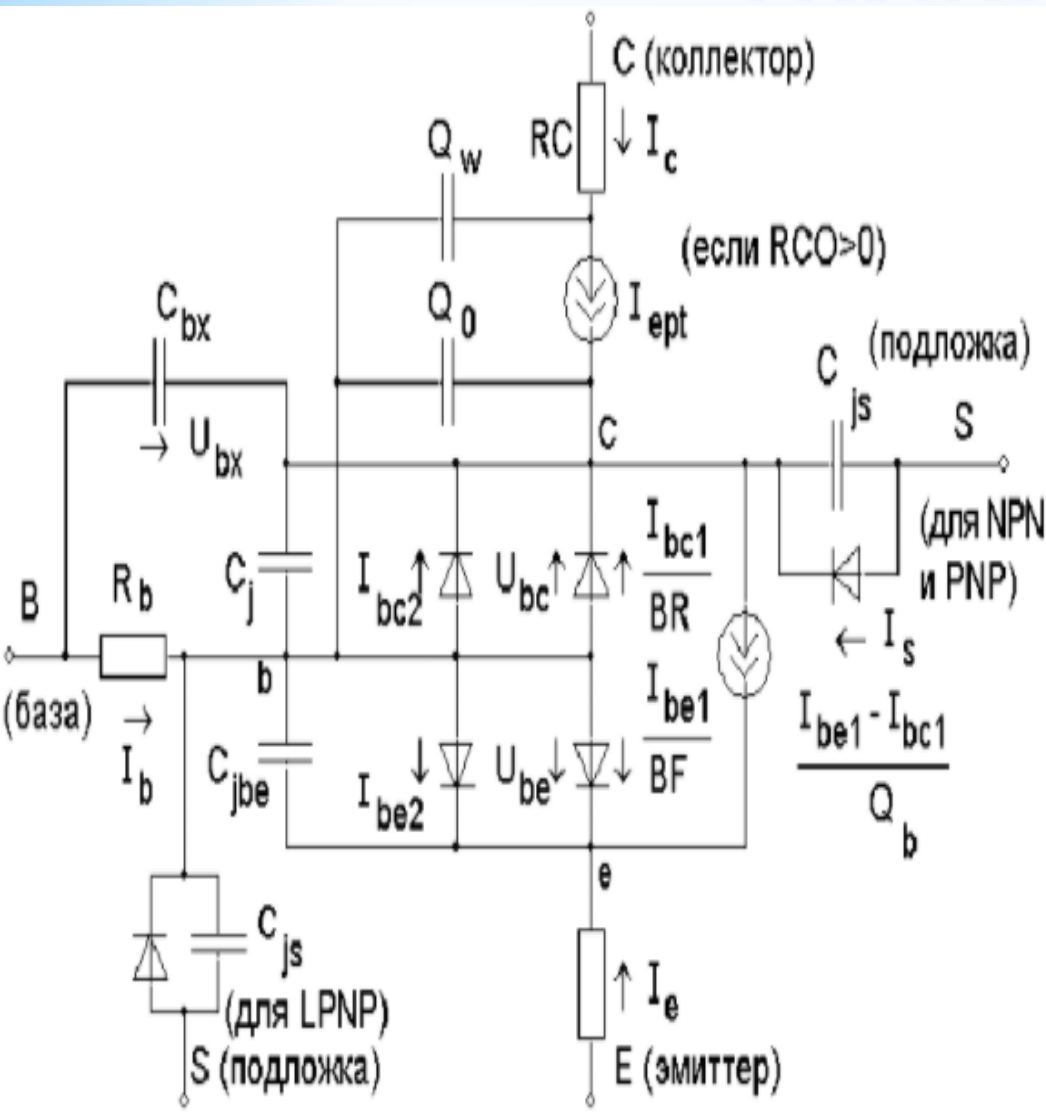
SFM-2020

# Аннотация

Рассмотрено влияние параметров SPICE-модели транзистора на флуктуации в гетеромагнитном автогенераторе.

Определены параметры, оказывающие наибольшее влияние на спектральную плотность мощности фазового шума и мощность выходного сигнала.

# Модель Гумеля-Пуна и SPICE- МОДЕЛЬ



Представленные параметры описывают различные физические свойства транзистора в виде коэффициентов, которые учитываются при моделировании устройства с использованием SPICE-модели.

Далее представлены параметры SPICE-модели, которая использовалась при расчете выходных параметров гетеромагнитного автогенератора на частоте отстройки 10кГц.

Влияние параметров на мощность выходного сигнала и спектральную плотность мощности фазового шума отмечено в последнем столбце таблиц в виде «У/С», где первый символ означает как меняется мощность сигнала, а второй символ как меняется спектральная плотность мощности фазового шума.

У - увеличение, С - снижение, Н - не влияет.

Влияние указано для случая увеличения значения параметров.

Ряд параметров оказывают влияние лишь в совокупности с одним или несколькими другими параметрами. Влияние таких параметров указано как «Н/Н», так как влияние нескольких параметров одновременно не рассматривалось.

Параметр	Описание	Влияние
AF	Показатель степени, определяющий зависимость спектральной плотности фликкер-шума от тока через переход	Н/Н
BF	Максимальный коэффициент усиления тока в нормальном режиме в схеме с ОЭ (без учёта токов утечки)	У/С
BR	Максимальный коэффициент усиления тока в инверсном режиме в схеме с ОЭ	Н/Н
CJC	Ёмкость коллекторного перехода при нулевом смещении	С/С
CJE	Ёмкость эмиттерного перехода при нулевом смещении	У/С
CJS	Ёмкость перехода коллектор-подложка при нулевом смещении	С/С
EG	Ширина запрещенной зоны	Н/Н
FC	Коэффициент нелинейности барьерных ёмкостей прямосмещённых переходов	У/С
IKF	Ток начала спада зависимости BF от тока коллектора в нормальном режиме	Н/Н

Параметр	Описание	Влияние
IKR	Ток начала спада зависимости BR от тока эмиттера в инверсном режиме	Н/Н
IS	Ток насыщения при температуре 27°С	У/С
ISC	Ток насыщения утечки перехода база-коллектор	У/С
ISE	Ток насыщения утечки перехода база-эмиттер	С/У
ISS	Ток насыщения р-п перехода подложки	Н/Н
ITF	Ток, характеризующий зависимость TF от тока коллектора при больших токах	У/У
KF	Коэффициент, определяющий спектральную плотность фликкер-шума	Н/У
MJC	Коэффициент, учитывающий плавность коллекторного перехода	С/У
MJE	Коэффициент, учитывающий плавность эмиттерного перехода	У/С
MJS	Коэффициент, учитывающий плавность перехода коллектор-подложка	Н/Н
NC	Коэффициент неидеальности перехода база-коллектор	Н/Н

Параметр	Описание	Влияние
NE	Коэффициент неидеальности перехода база-эмиттер	У/С
NF	Коэффициент неидеальности для нормального режима	С/У
NR	Коэффициент неидеальности для инверсного режима	Н/Н
NS	Коэффициент неидеальности для перехода подложки	Н/Н
PTF	Дополнительный фазовый сдвиг на граничной частоте транзистора	У/С
RB	Объёмное сопротивление базы (максимальное) при нулевом смещении перехода база-эмиттер	С/С
RBM	Минимальное сопротивление базы при больших токах	С/С
RC	Объёмное сопротивление коллектора	У/С
RE	Объёмное сопротивление эмиттера	С/У
TF	Время переноса заряда через базу в нормальном режиме	С/С
TR	Время переноса заряда через базу в инверсном режиме	Н/Н

Параметр	Описание	Влияние
TRB1	Линейный температурный коэффициент RB	Н/Н
TRB2	Квадратичный температурный коэффициент RB	Н/Н
TRC1	Линейный температурный коэффициент RC	Н/Н
TRC2	Квадратичный температурный коэффициент RC	Н/Н
TRE1	Линейный температурный коэффициент RE	Н/Н
TRE2	Квадратичный температурный коэффициент RE	Н/Н
TRM1	Линейный температурный коэффициент RBM	Н/Н
TRM2	Квадратичный температурный коэффициент RBM	Н/Н
VAF	Напряжение Эрли в нормальном режиме	С/С
VAR	Напряжение Эрли в инверсном режиме	У/У
VJC	Контактная разность потенциалов перехода база-коллектор	У/С
VJE	Контактная разность потенциалов перехода база-эмиттер	С/У
VJS	Контактная разность потенциалов перехода коллектор-подложка	Н/Н



Параметр	Описание	Влияние
VTF	Напряжение, характеризующее зависимость TF от смещения база-коллектор	C/C
XCJC	Коэффициент расщепления барьерной ёмкости база-коллектор CJC	C/C
XTB	Температурный коэффициент BF и BR	H/H
XTF	Коэффициент, определяющий зависимость TF от смещения база-коллектор	C/C
XTI	Температурный коэффициент тока IS	H/H

Параметр KF оказывает нелинейный эффект. Увеличение параметра уменьшает крутизну кривой зависимости спектральной плотности мощности фазового шума от частоты отстройки. Это позволяет уменьшить уровень шума в области частот вблизи от несущей в значительной мере.

# Заключение

1. Были получены численные данные, показывающие влияние параметров SPICE-модели на свойства выходного сигнала.
2. Определены ряд параметров, оказывающих благоприятное влияние на свойства выходного сигнала.
3. Рассмотрен параметр, оказывающий нелинейное влияние на свойства выходного сигнала.

# Литература

- \* Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и PSpice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ. Выпуск 3: Моделирование аналоговых устройств / М.: Радио и связь, 1992г., 120с.
- \* Букашев Ф.И., Фомин О.Г., Байбузов А.В., Смирнов А.Ю. Моделирование биполярного транзистора со статической индукцией / Вестник Новгородского Государственного Университета Им. Ярослава Мудрого Н.Н.: Изд. Новгородский гос. Ун-т Им. Ярослава Мудрого, 2008г., с.13-16
- \* Васильев А.В., Игнатъев А.А. Расчет характеристик магнитоэлектронного генератора с использованием нелинейной модели ЖИГ-резонатора / Гетеромагнитная микроэлектроника, № 19, С.: Открытое акционерное общество "Институт критических технологий", 2015г., с.37-42
- \* Хвалин А.Л., Страхова Л.Л. Компьютерное моделирование статистических характеристик биполярного транзистора 2Т937 / Гетеромагнитная микроэлектроника, № 21, С.: Открытое акционерное общество "Институт критических технологий", 2016г., с.43-50
- \* Зырин С. С. Применение базовой модели биполярного транзистора для расчета СВЧ-автогенераторов и усилителей // Электронная техника. Сер.1. Электроника СВЧ. 1989. Вып. 3. С. 33-37.
- \* Игнатъев А.А., Куликов М.Н., Стальмахов В.С., Шаповалов А.С. Шумовые свойства ламп обратной волны со скрещенными полями / С.: Изд. Сарат. ун-та, 1983. 93с.