

**Применение ИТ для расчета и анализа
прохождения импульсного сигнала через
дифференциальный измерительный
трансформатор тока (Пояс Роговского)**

Выполнил:

Магистрант факультета РФиЭ

Гришин П.А

Оглавление

Цель работы:

- Способы измерения больших токов
- Исследуемый дифференциальный трансформатор тока (пояс Рого...
- Пояс Роговского
- Достоинства пояса Роговского
- Недостатки пояса Роговского
- Высокочастотные эффекты в катушках индуктивности
- Способы уменьшения скин-эффекта
- Способы уменьшения эффекта близости
- Схема пояса Роговского с учетом скин-эффекта ($f=137$ МГц)
- Амплитудно-частотная характеристика пояса Роговского в PS...
- Осциллограммы выходного и входного сигнала ($PW=10ns$, $TR=1ns$)
- Спектры выходного и входного сигнала ($PW=100ns$, $TR=1ns$)

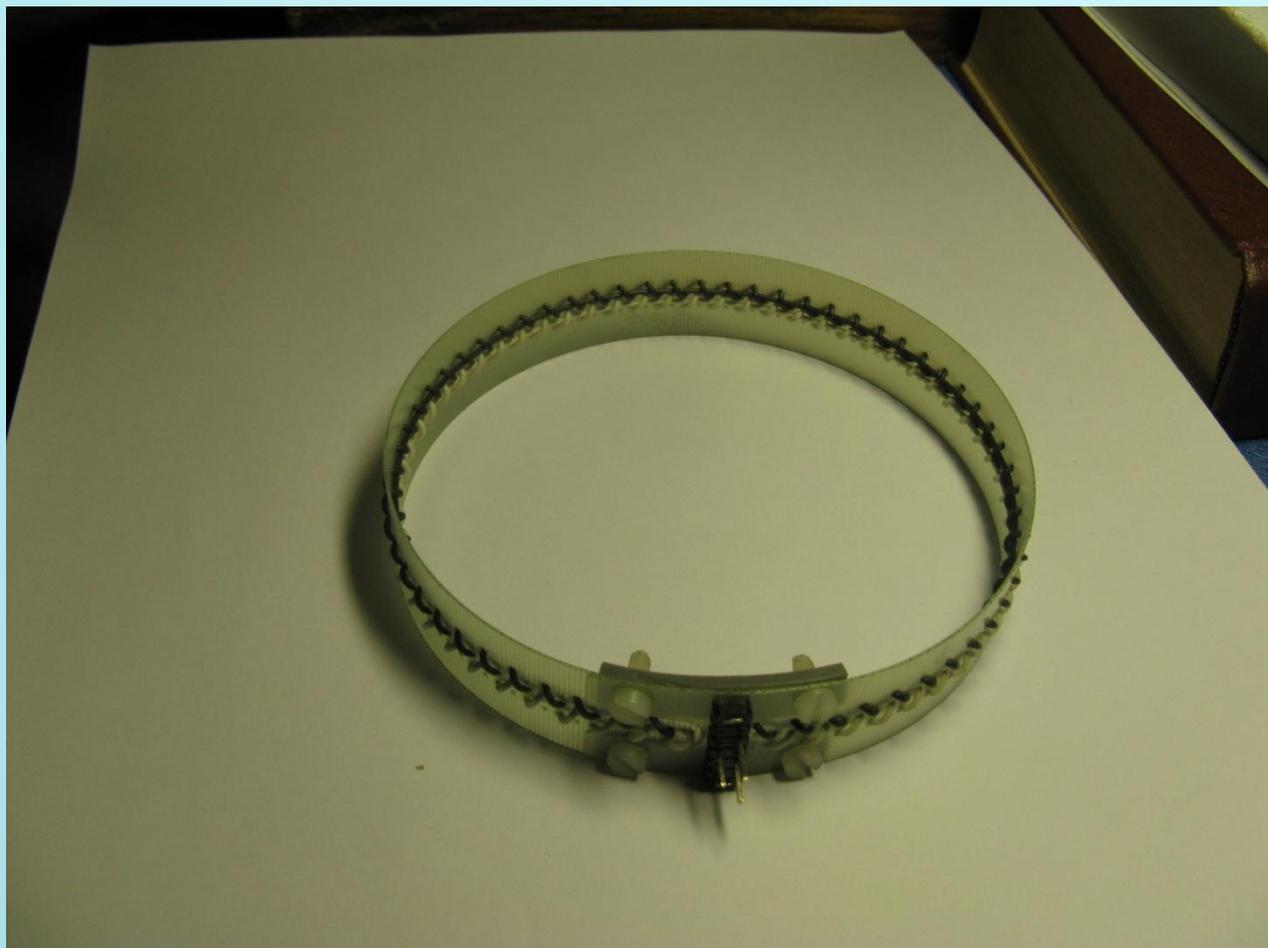
Цель работы:

- Изучение способов измерения высокочастотных и импульсных токов.
- Изучение и моделирование пояса Роговского
- Изучение влияние скин-эффекта и эффекта близости на пояс Роговского
- Учет влияния этих эффектов в модель пояса Роговского

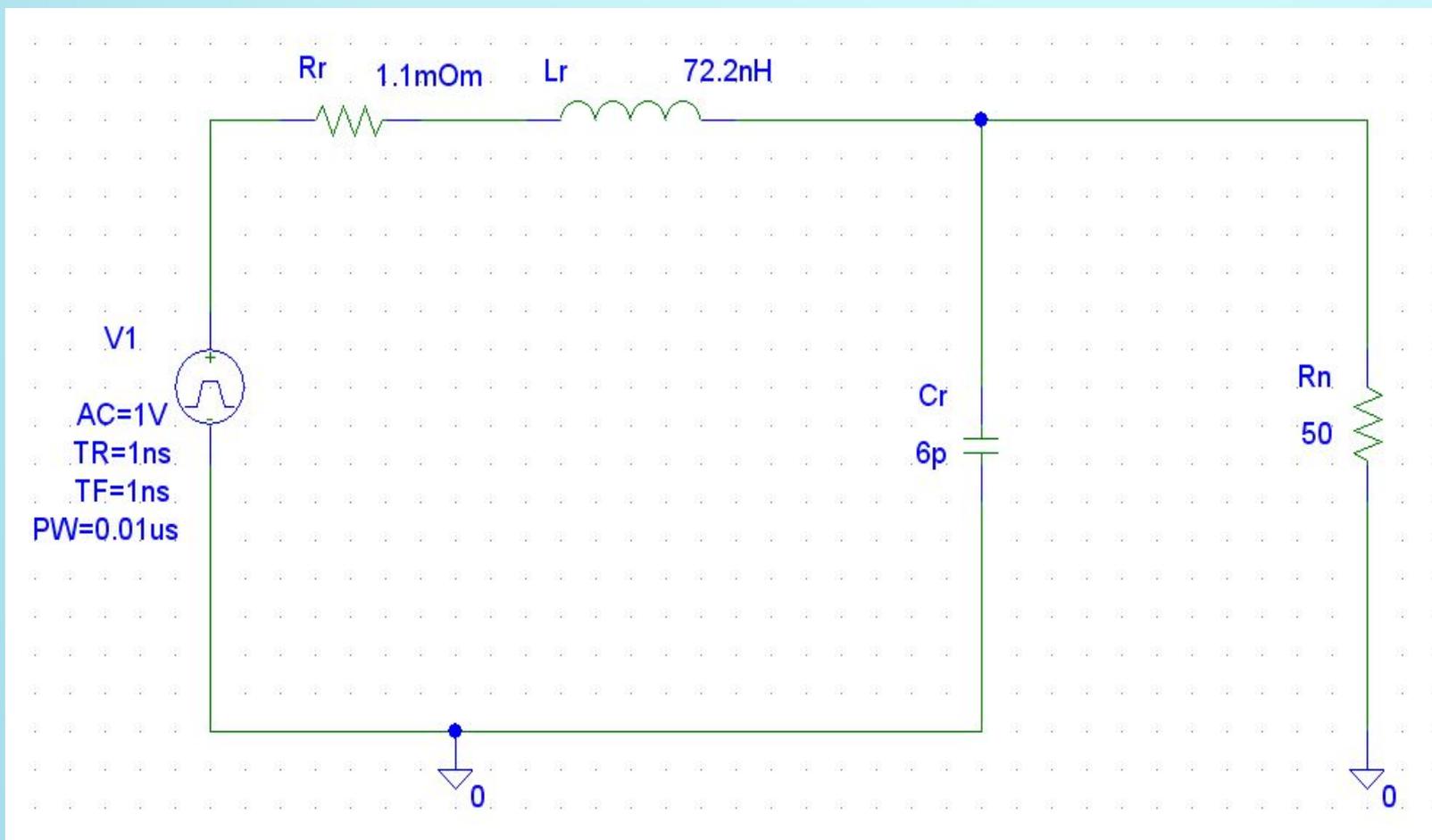
Способы измерения больших токов:

- Шунтирование
- Трансформаторы тока
- Датчики Холла

Исследуемый дифференциальный трансформатор тока (пояс Роговского)



Пояс Роговского



□ Схема исследуемого пояса Роговского

Достоинства пояса Роговского:

- Невысокая стоимость;
- Линейность амплитудной характеристики в широком диапазоне;
- Широкий динамический диапазон;
- Не возможно насыщение;
- Широкий частотный диапазон;
- Обеспечивает гальваническую развязку;
- Слабо чувствителен к внешним магнитным полям;
- Могут быть установлены для измерения без отключения проводника с током;
- Измерение переменной составляющей тока даже при наличии большой постоянной составляющей;
- Простота калибрации;

Недостатки пояса Роговского:

- Возможность измерения только переменного тока;
- Дает сдвиг по фазе;
- Низкий уровень выходного сигнала;
- Необходимость интегрирования сигнала для определения измеренного тока

Высокочастотные эффекты в катушках индуктивности:

1. Скин - эффект

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \mu_0 \sigma}}$$
$$R \sim \sqrt{f}$$

2. Эффект близости

$$R_{ac,m} = R_{dc,m} \xi' \left[\frac{\sinh 2\xi' + \sin 2\xi'}{\cosh 2\xi' - \cos 2\xi'} + \frac{2}{3} (m^2 - 1) \frac{\sinh 2\xi' - \sin 2\xi'}{\cosh 2\xi' + \cos 2\xi'} \right]$$

Способы уменьшения скин-эффекта:

- Использование проводов, покрытых тонким слоем серебра;
- Применение проводников различного сечения;
- Использование литцендратов;
- Подбор оптимального диаметра провода;

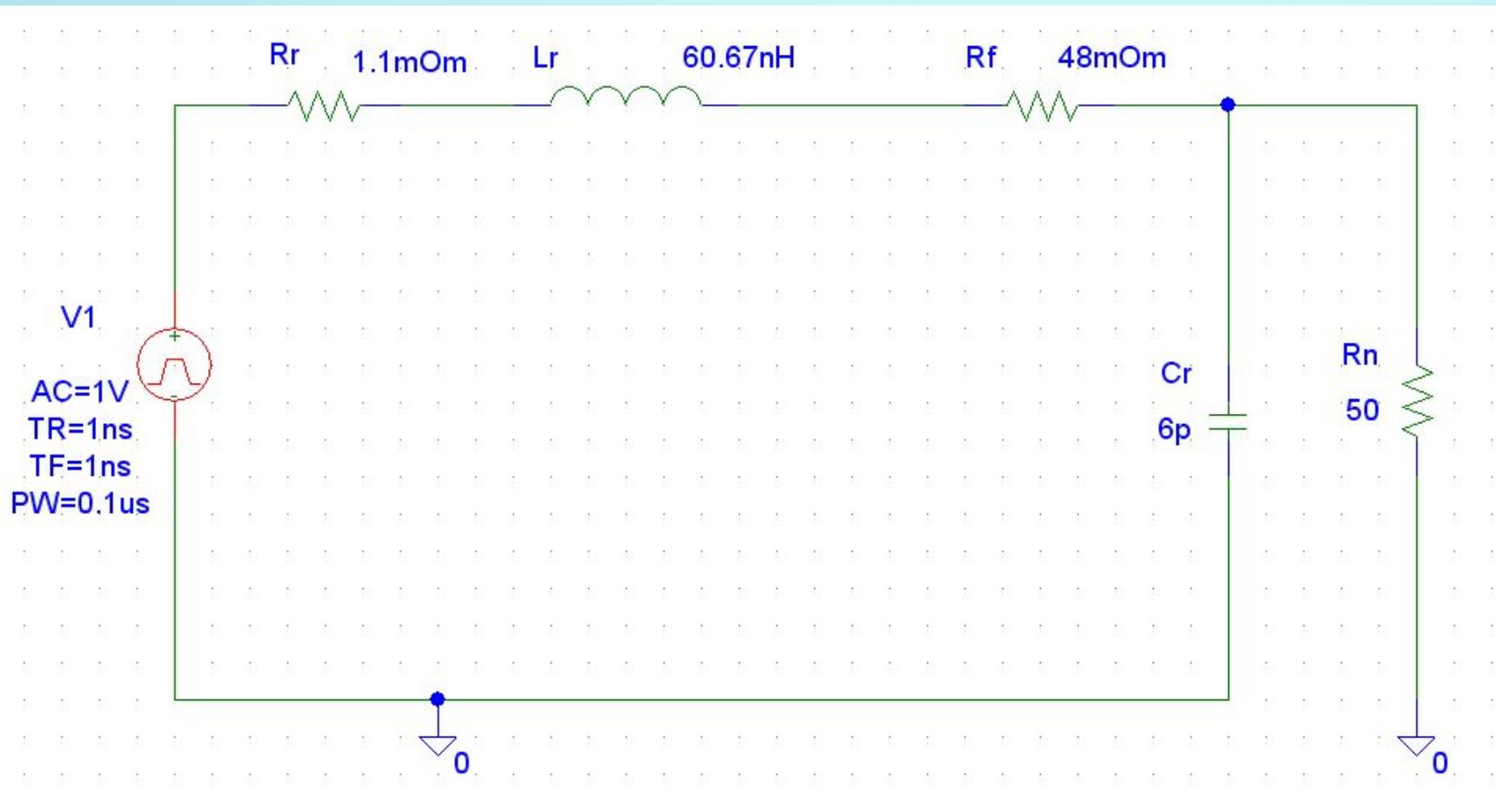
Способы уменьшения эффекта близости:

- Уменьшение числа слоев обмотки;
- Использование литцендратов;
- Подбор оптимального диаметра провода;
- При использовании однослойной намотки увеличивать расстояние между проводами;

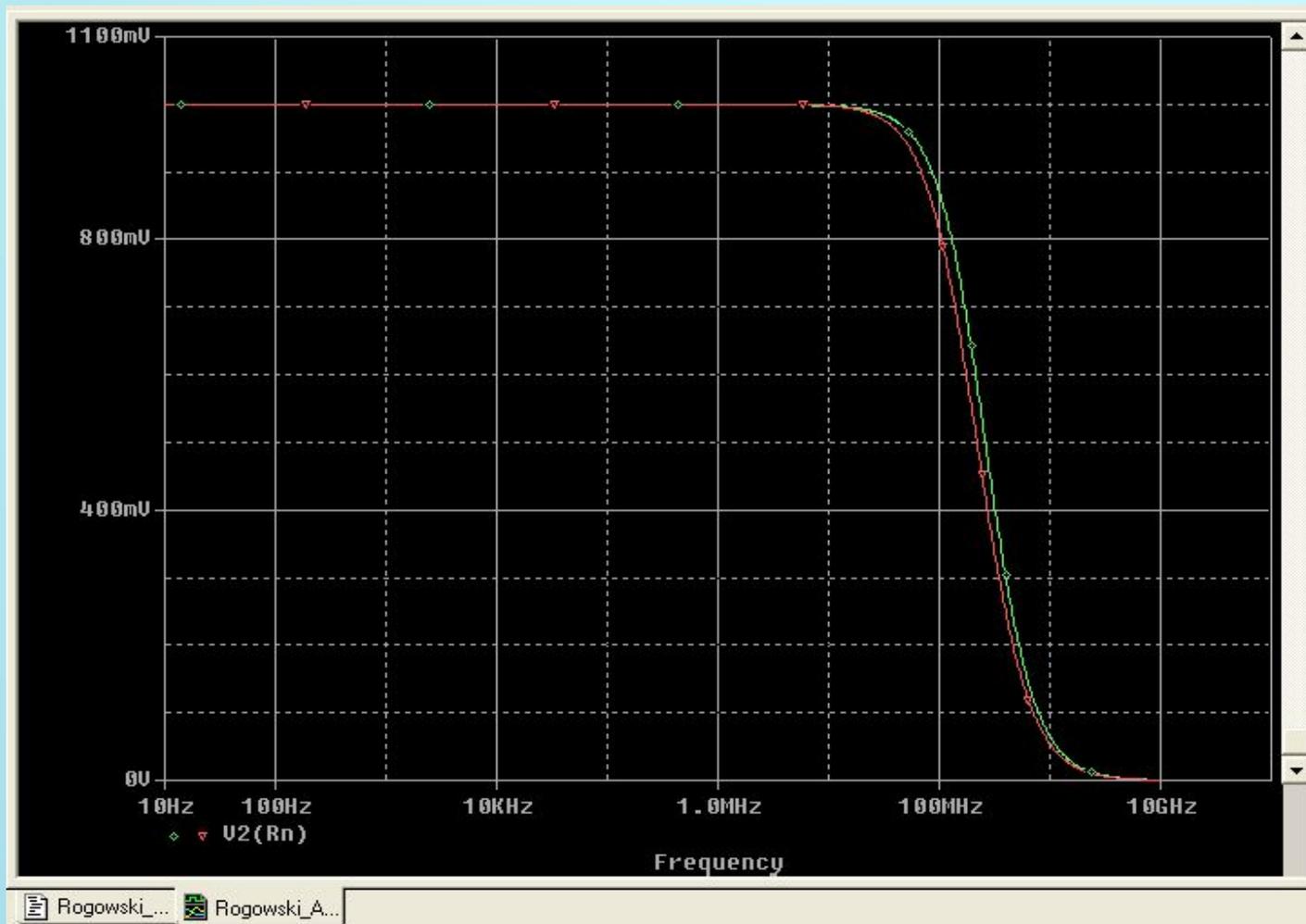
Параметры пояса Роговского

Параметр	Значение	Измеряющий прибор
Сопротивление	1,1 МОм	В 7-34А
Емкость	6 пФ	Е 7-8
Индуктивности	72,2 нГн	-
Количество витков	60	-
Расстояние между витками	0,5 см	-
Диаметр провода	1 мм	-
Диаметр кольца	10 см	-
Ширина окна	5 мм ²	-

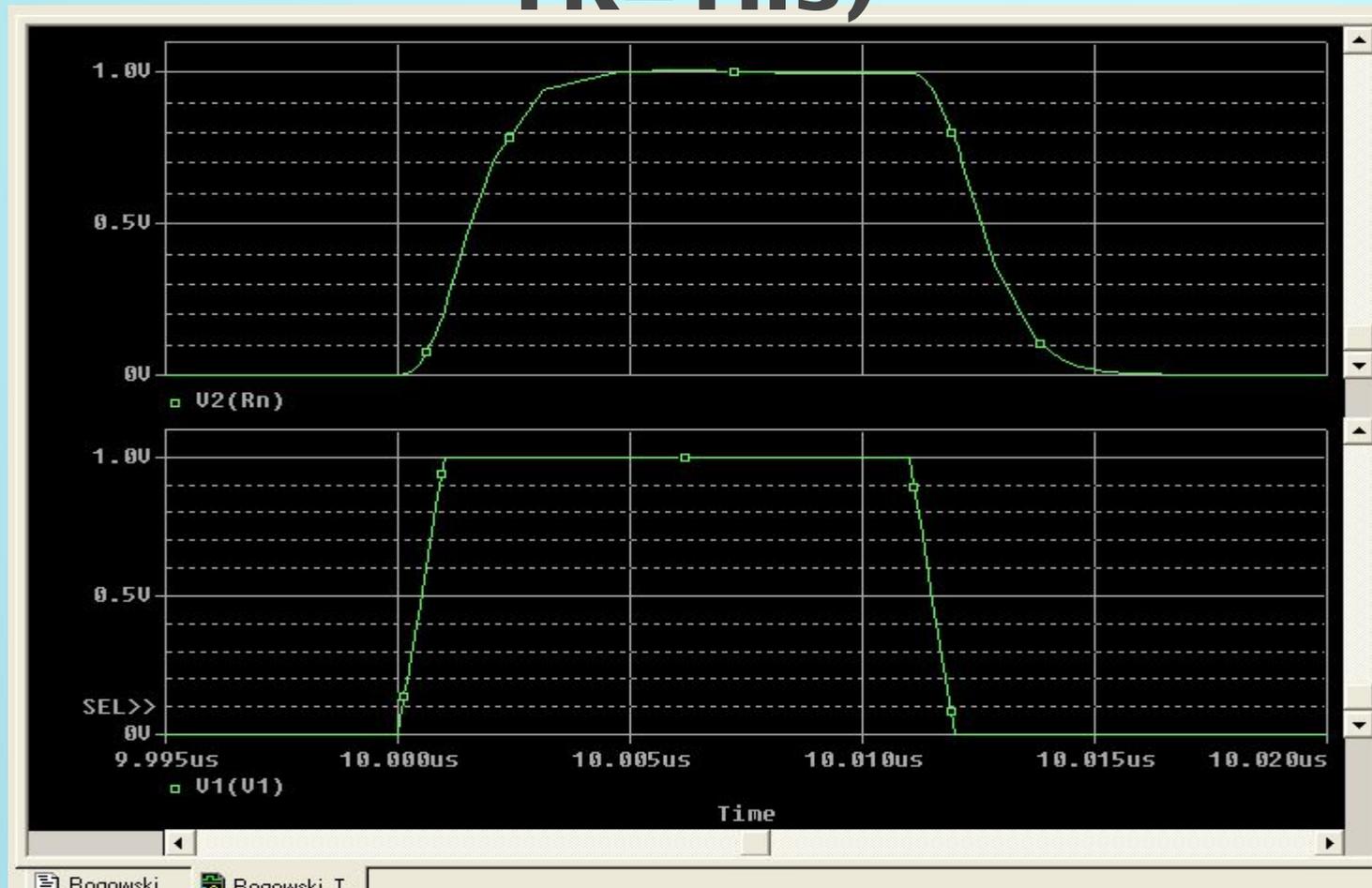
Схема пояса Роговкого с учетом скин-эффекта ($f=137$ МГц)



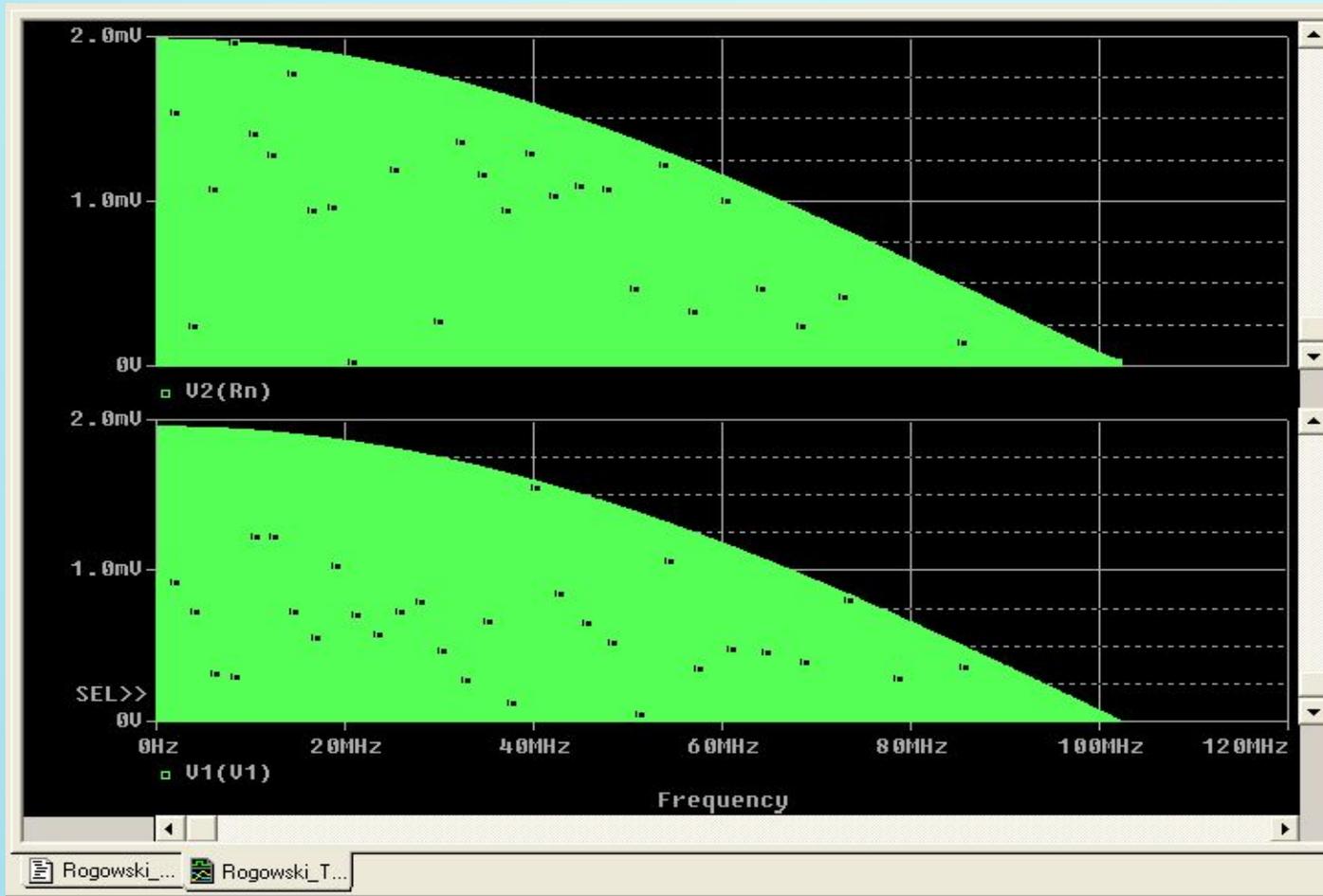
Амплитудно-частотная характеристика пояса Роговского в PSpice



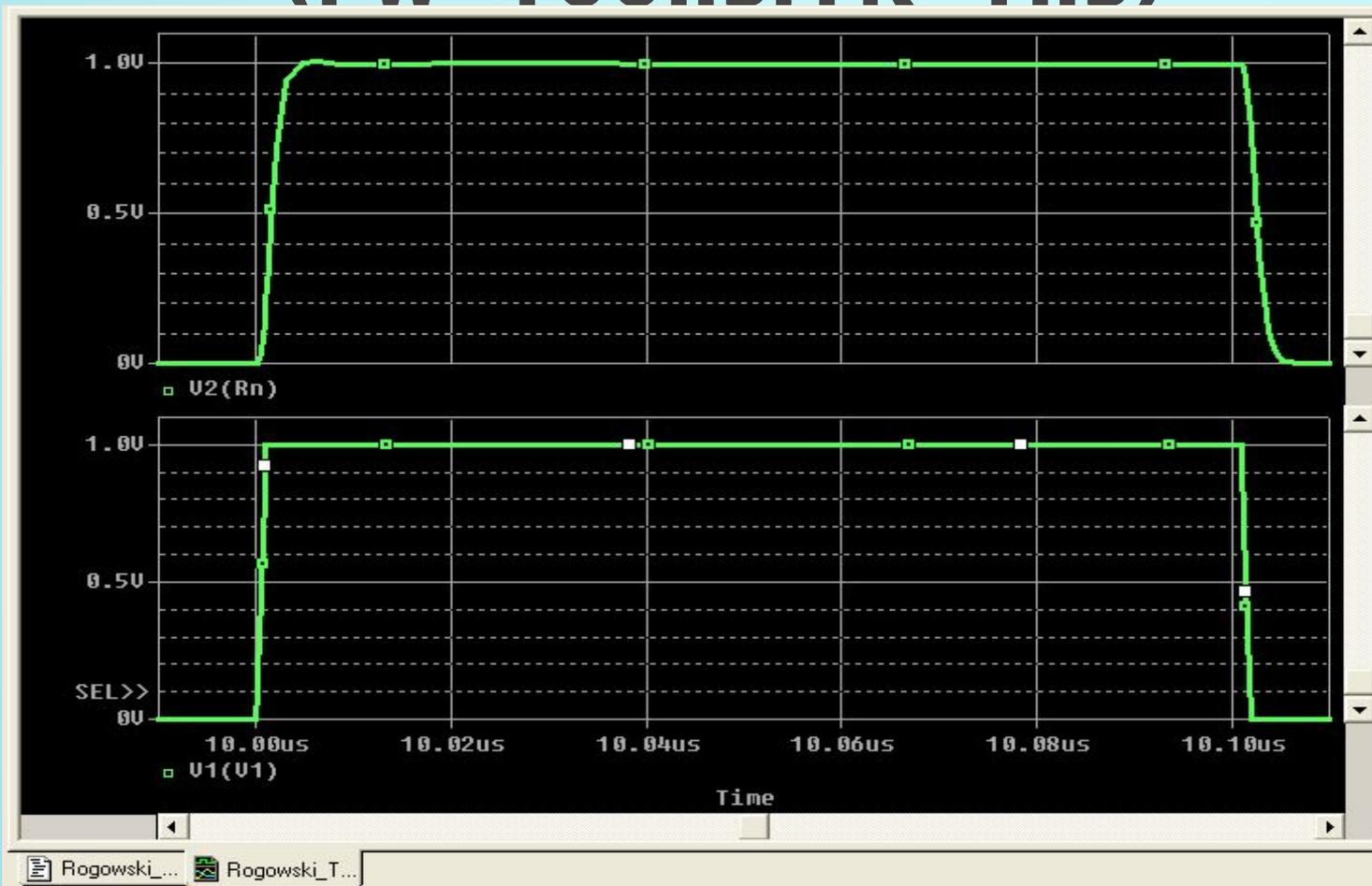
Осциллограммы выходного и входного сигнала (PW=10ns, TR=1ns)



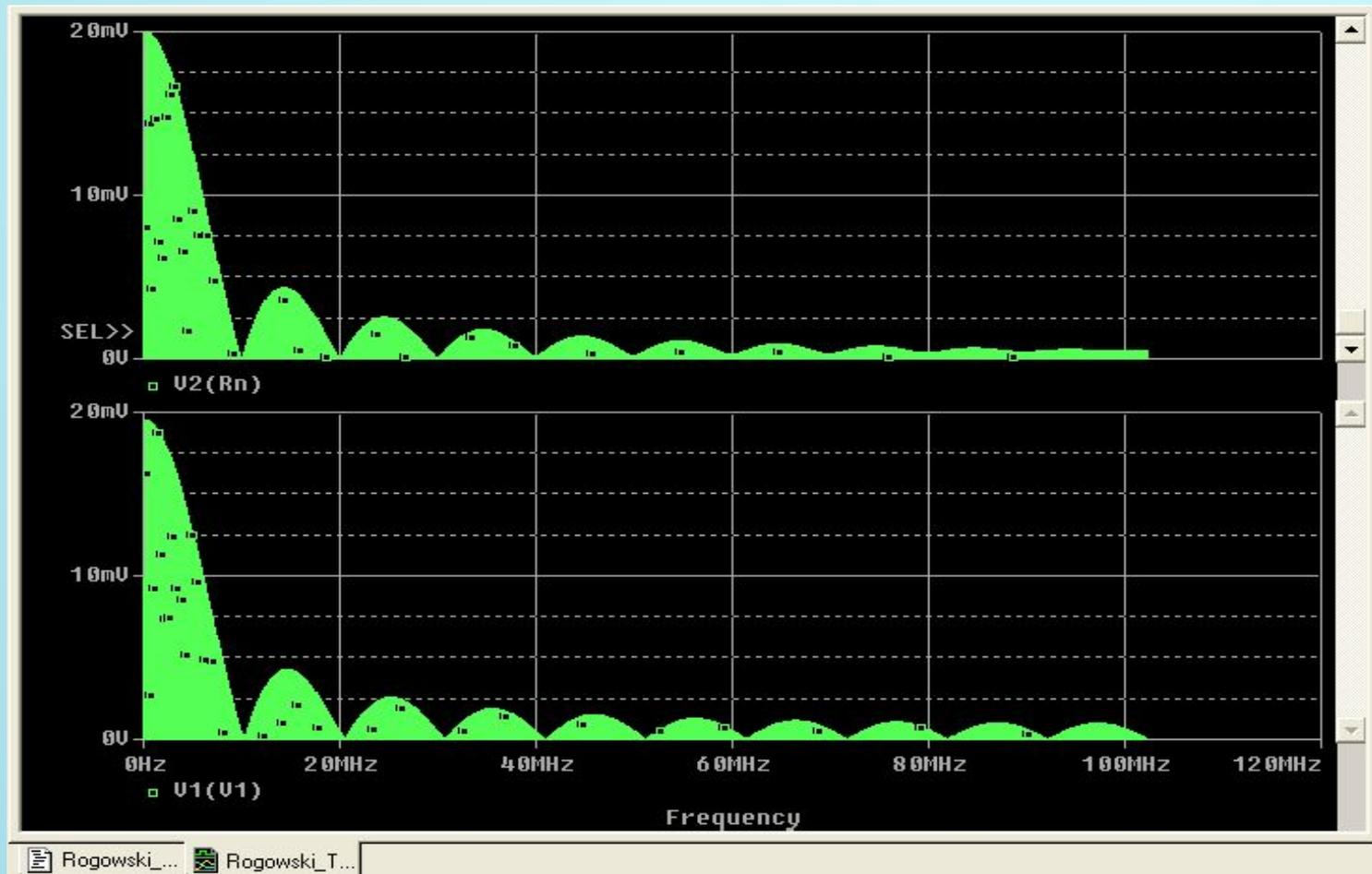
Спектры выходного и входного сигнала (PW=10ns, TR=1ns)



Осциллограммы выходного и входного сигнала (PW=100ns, TR=1ns)



Спектры выходного и входного сигнала (PW=100ns, TR=1ns)



Спасибо за внимание!