



УДК 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕБЕР-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В MICRO-CAP

Ковылин С.С., Реков А.В.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В данной статье представлена модель устройства измерения вебер-амперных характеристик в программном пакете Micro-cap. Данное устройство имеет два канала измерения: канал измерения тока и канал измерения напряжения. Получение сигналов тока и напряжения и реализация метода гармонического баланса позволяют измерить вебер-амперные характеристики электромагнитных механизмов. Так же в статье более подробно проанализирован смоделированный многополосный фильтр, входящий в состав устройства измерения вебер-амперных характеристик

Ключевые слова: электромагниты, интегральные характеристики, оценка функционального состояния, магнитные измерения, моделирование, micro-cap

MODELING A MEASURING WEBER-AMPA CHARACTERISTIC DEVICE IN MICRO-CAP

Kovylin S.S., Rekov A.V.

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article presents a model of a device for measuring weber-ampere characteristics in the Micro-cap software package. This device has two measurement channels: a current measurement channel and a voltage measurement channel. The receipt of current and voltage signals and the implementation of the harmonic balance method allow us to measure the weber-ampere characteristics of electromagnetic mechanisms. Also, the article analyzes in more detail the simulated multi-band filter, which is part of the device for measuring weber-ampere characteristics

Keywords: electromagnets, integrated characteristics, functional state assessment, magnetic measurements, modeling, micro-cap

Для реализации модели [1-5] необходимо выполнить ряд требований к используемому пакету схемотехнического моделирования: возможность задания требуемой вебер-амперной характеристики по точкам, построение спектров периодических функций (спектры тока), возможность пошагового воспроизведения схемы, построение нескольких функций на одном графике. Всем вышесказанным требованиям удовлетворяет пакет схемотехнического моделирования *MicroCap* [1].

В редакторе *Micro-Cap* строим схему для получения измерения вебер-амперных характеристик (рисунок 1).

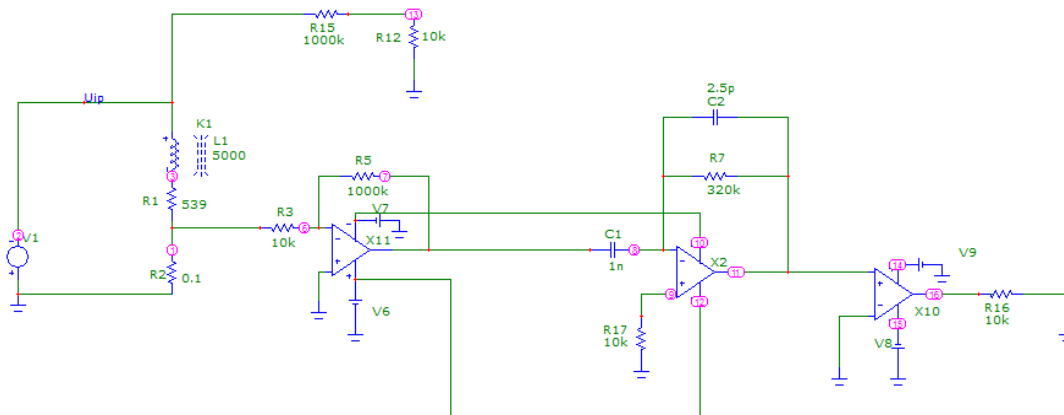


Рис. 1 - Моделирование схемы для измерения вебер-амперных характеристик в Micro-Cap



После запуска приложения *Micro-Cap 9.0* переключившись в пункт меню – компоненты, размещаем на рабочем поле резисторы, конденсаторы, операционные усилители и заземления. Затем, выбрав ортогональный проводник из панели инструментов (рисунок 2), соединяем размещенные элементы. После этого щелкая дважды на каждом элементе, открываем меню со свойствами данного элемента и вводим рассчитанные значения. Элементы связаны между собой при помощи соединительных линий.



Рис. 2 - Панель инструментов в Micro-Cap

Необходимо получить выходную характеристику. Выбираем «Анализ переходных процессов», а в раскрывшемся списке - «Transient», далее отмечаем флажком нумерацию нужных блоков для получения выходной характеристики (см. рисунок 3).

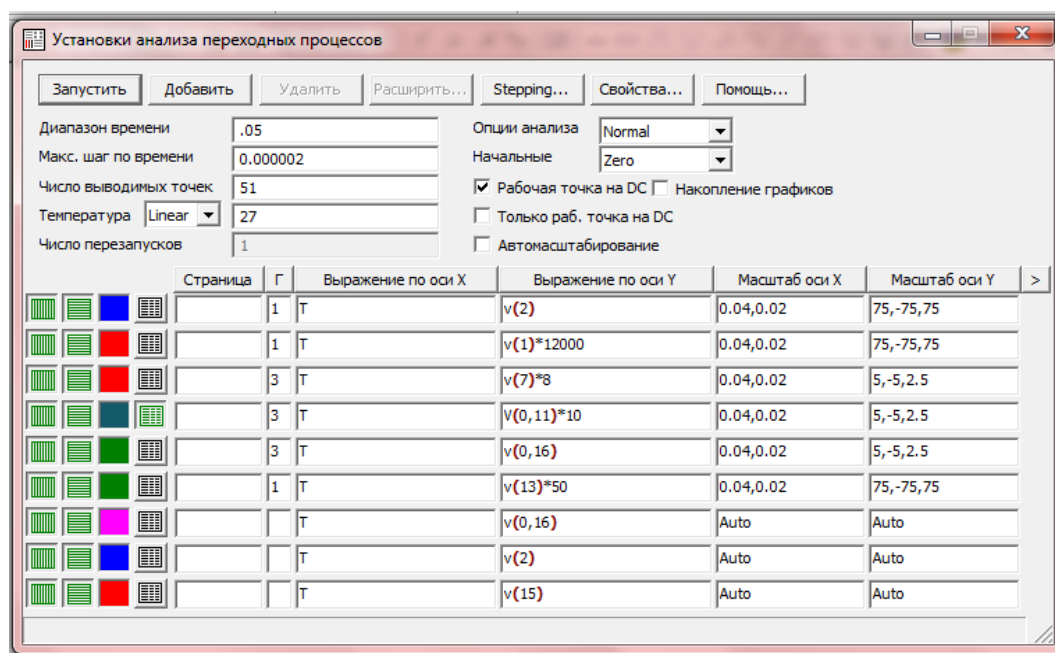


Рис. 3 - Этапы выполнение команд «Transient»/ «Запустить»

На рисунке 4 приведены временные диаграммы работы источника питания 220В, измерительного шунта, дифференциального усилителя, дифференциатора, масштабирующего устройства, нуля-органа.

В ходе выполнения схемотехнического моделирования произведен анализ работы вычислительного блока устройства измерения вебер-амперных характеристик, а также приведены иллюстрация результатов работы схемы.

Моделирование многополосного фильтра

Фильтр, который пропускает частоты, находящиеся в нужном диапазоне, удаляя при этом все остальные частоты. Смоделированный многополосный



фильтр построен из фильтров верхних частот и нижних частот, пропускающие определенные частоты, а именно 50 Гц, 150 Гц, 250 Гц.

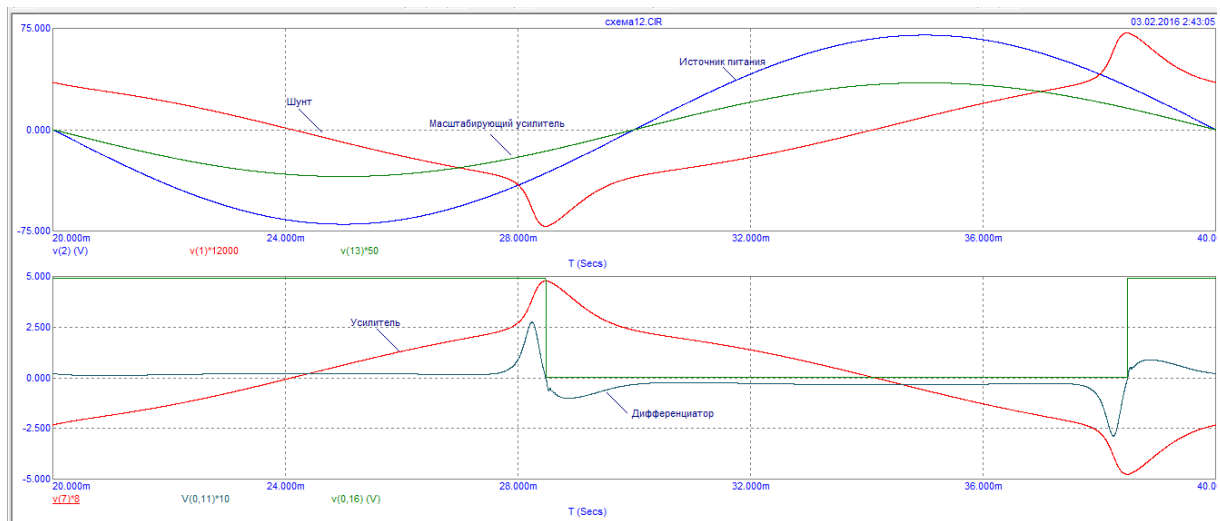


Рис. 4 - Временные диаграммы работы схемы

На рисунках 5-7 представлены амплитудно-частотные характеристики фильтров 50 Гц, 150 Гц, 250 Гц.

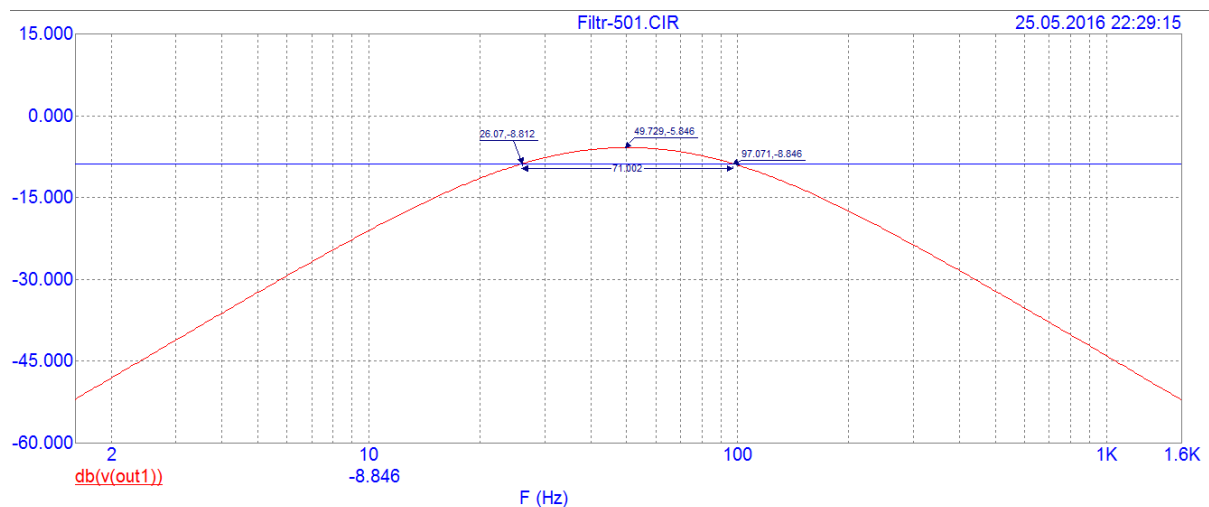


Рис. 5 - АЧХ МФ 50 Гц

Рассчитаем добротность фильтра:

$$Q = F/W$$

где Q – добротность, W – ширина полосы пропускания, F – средняя частота.

$$Q_{50} = F/W = 49,8/71 = 0,7$$

Рассчитаем добротность фильтра:

$$Q = F/W$$

$$Q_{150} = F/W = 149,303/212,134 = 0,7$$

Рассчитаем добротность фильтра:

$$Q = F/W$$



$$Q_{250} = F/W = 249,8/365,372 = 0,7$$

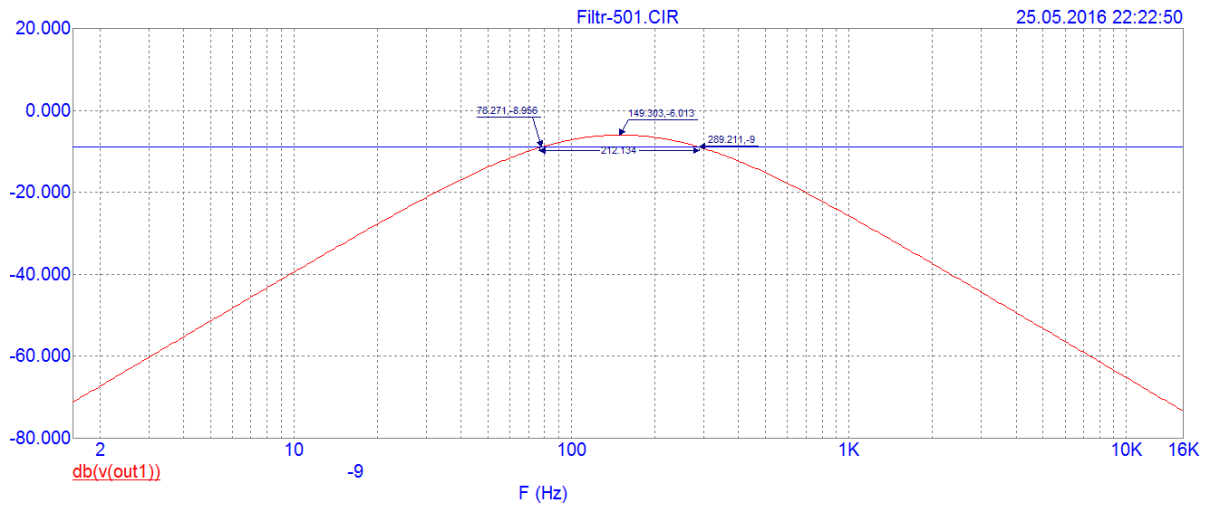


Рис. 6 - АЧХ МФ 150 Гц

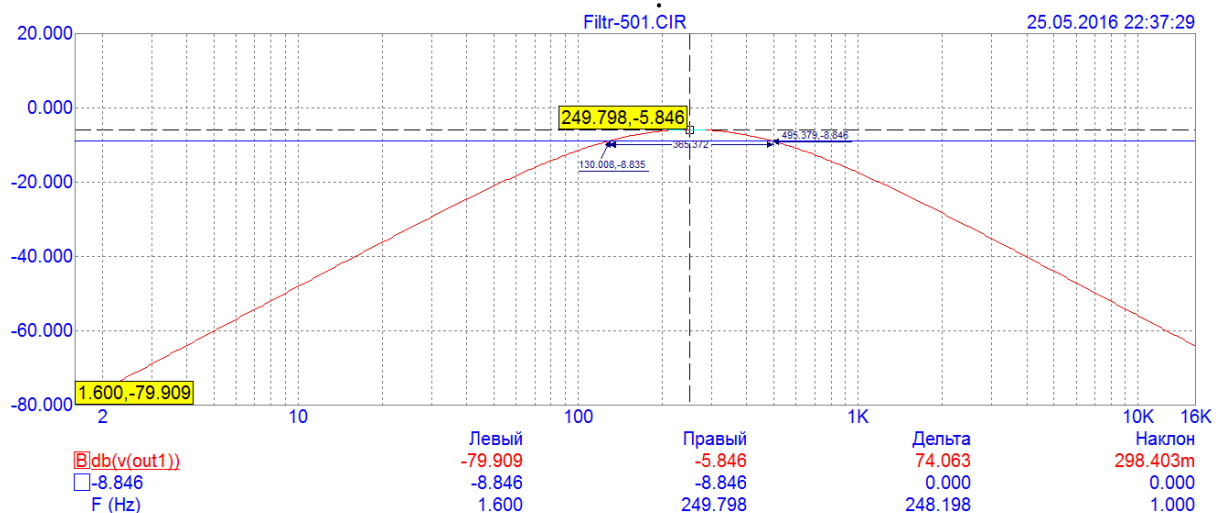


Рис. 7 - АЧХ МФ 250 Гц

Погрешность моделирование многополосного фильтра.

При частоте 50 Гц:

$$\delta_{50} = \left| \frac{F - F_{\pi}}{F} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{50 - 49,7}{50} \right| \cdot 100\% = 0,5\%$$

При частоте 150 Гц:

$$\delta_{150} = \left| \frac{F - F_{\pi}}{F} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{150 - 149,703}{150} \right| \cdot 100\% = 0,2\%$$

При частоте 250 Гц:

$$\delta_{250} = \left| \frac{F - F_{\pi}}{F_{\pi}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{250 - 249,8}{250} \right| \cdot 100\% = 0,08\%$$

Результаты моделирования показали, что параметры фильтра соответствуют выполненным расчетам



Работы выполнены с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).

Список цитируемой литературы

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9,10. – М.: НИУ МЭИ, 2012.–617с.
2. Зайтов С.И., Полухин А.Ю., Блажко И.О. Программная платформа устройства измерения магнитных параметров электромагнитов // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №1, 2019. 60 с. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_15262eb5360e4b57a2c4adef89db0126.pdf (Дата обращения 25.06.2020).
3. Е.С. Гульматова, С.И. Зайтов, А.Ю. Полухин, Д.А. Бранчукова, И.О. Блажко, Чернышова Е.Н. Структурная схема устройства измерения вебер-амперных характеристик электротехнических изделий // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №3, 2019. 66 с.. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_cb16557000e3426ba0d4417fb4ed457e.pdf (Дата обращения 25.06.2020).
4. Ковылин С.С., Ядыкин Д.В. Обзор и анализ интегральных характеристик для оценки функционального состояния электромагнитов // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №6, 2019. 13 с. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_2d1097f2469d4fe5906843a668440bba.pdf (Дата обращения 25.06.2020).
5. А.М. Ланкин Анализ методов контроля функционального состояния высоковольтных электромагнитных выключателей // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №6, 2019. 17. с. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_478e8ce4d13549e891e8ecb579919bc3.pdf (Дата обращения 25.06.2020).