

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДАТЧИКОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Д. В. Соболев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Карпов

Цель работы: повышение чувствительности электромагнитных датчиков (катушки индуктивности и феррозонда).

Методы повышения чувствительности:

- Изменение параметров датчика:
 - а) увеличение количества витков;
 - б) увеличение площади поперечного сечения датчика.

- Повышение избирательности датчика.

Электрический ток, текущий по трубе, создает вокруг нее электрическое поле, напряженность которого убывает с увеличением расстояния от трубы.

Ток катодной защиты имеет форму двухполупериодного выпрямителя (рис. 1). ЭДС, наводимая в датчиках, пропорциональна четным гармоникам токового сигнала.

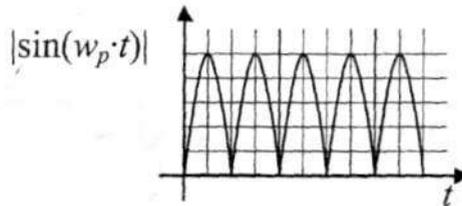


Рис. 1. Переменная составляющая тока катодной защиты.

Структурная схема измерительного узла (рис. 2) представляет собой измерительный преобразователь (ИП), состоящий из фильтра (Ф) и усилителя (У), на которые поступает сигнал с электромагнитного датчика.

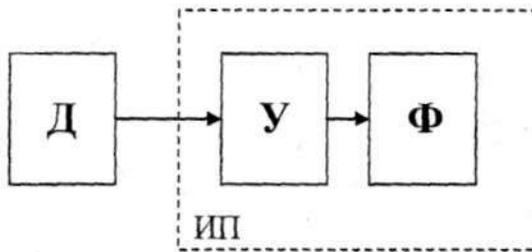


Рис. 2. Структурная схема измерительного узла

Измерительный преобразователь представляет собой избирательный фильтр на основе биквадратной схемы (рис. 3). Резонансная частота и добротность определяются следующими выражениями:

$$f_p = \frac{\sqrt{R_6 / (R_7 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot R_1 \cdot R_2)}}{2 \cdot \pi} \quad Q = (R_4 / R_3) \cdot \sqrt{\tau_1 / \tau_2} \cdot \frac{R_5}{\sqrt{R_6 \cdot R_7}}$$

Данная схема реализует четыре передаточные функции:

$$W_0 = \frac{-\frac{R_3}{R_8} \left(p^2 \cdot \tau_1 \cdot \tau_2 + \frac{R_6}{R_7} \right)}{D(p)}, \quad W_1 = \frac{\frac{R_3}{R_8} \cdot \frac{R_6}{R_5} \cdot p^2 \cdot \tau_1 \cdot \tau_2}{D(p)},$$

$$W_2 = \frac{-\frac{R_3}{R_8} \cdot \frac{R_6}{R_5} \cdot p \cdot \tau_1}{D(p)}, \quad W_3 = \frac{\frac{R_3}{R_8} \cdot \frac{R_6}{R_5}}{D(p)}$$

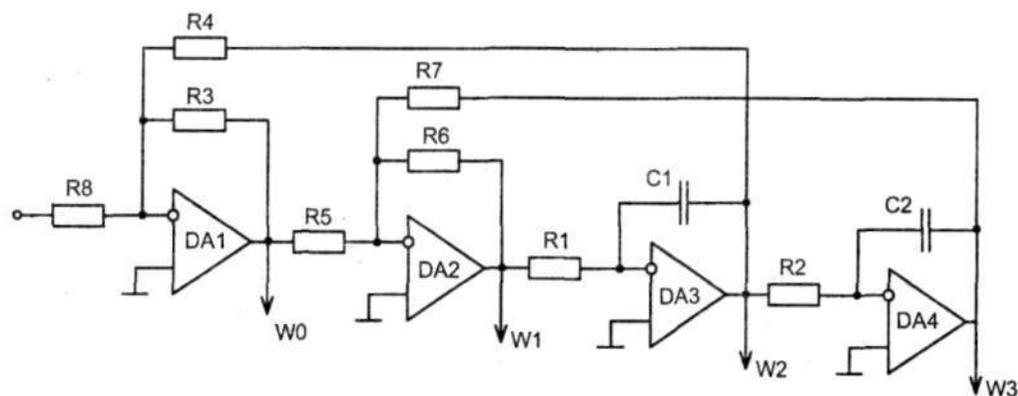


Рис. 3. Принципиальная схема измерительного преобразователя

Для подстройки фильтра на заданную резонансную частоту схема измерительного усилителя изменяется следующим образом (рис. 4):

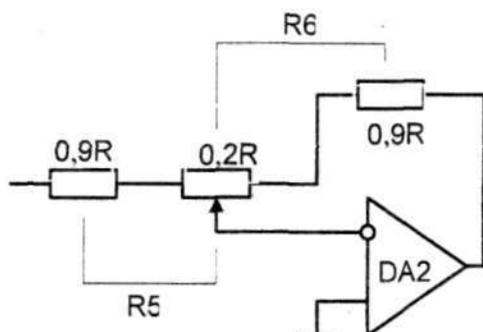


Рис. 4. Схема регулятора резонансной частоты

Чтобы избавиться от влияния помех промышленной частоты, реализуем на основе вышеописанного избирательного усилителя следующую передаточную функцию:

$$W^*(p) = \alpha \cdot W1(p) + \beta \cdot W2(p) + \gamma \cdot W3(p),$$

где коэффициенты α , β и γ рассчитываются таким образом, чтобы реализовалась передаточная характеристика (рис. 5).

Таким образом, реализуя селективно-режекторный усилитель, можно выделить из всего спектра сигнала полезную составляющую и максимально ослабить влияние помехи промышленной частоты. Реализация такого усилителя осуществляется путем добавления к схеме (рис. 3) сумматора с заданными коэффициентами суммирования (рис. 6).

Передаточные характеристики избирательного и селективно-режекторного усилителей изображены на рис. 7, фильтры рассчитывались на резонансную частоту 100 Гц, добротность $Q = 100$, частота минимума – 50 Гц.

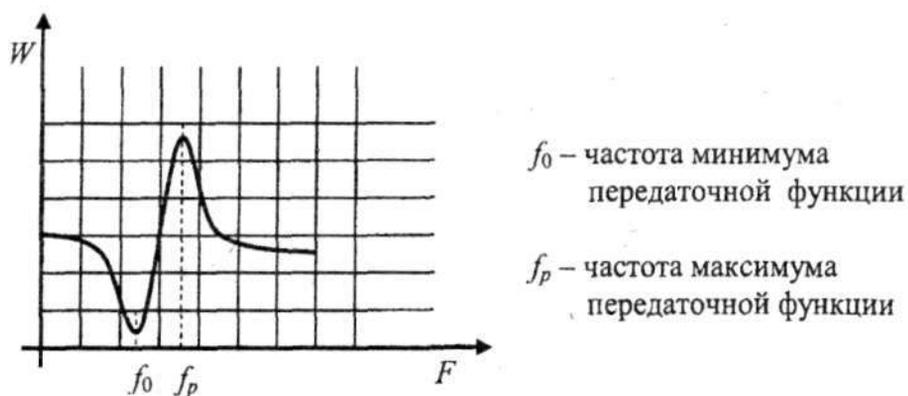


Рис. 5. Передаточная характеристика фильтра

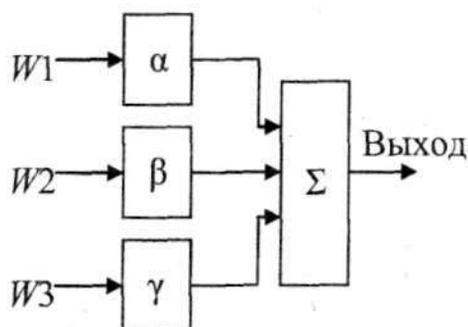


Рис. 6. Реализация селективно-режекторного усилителя

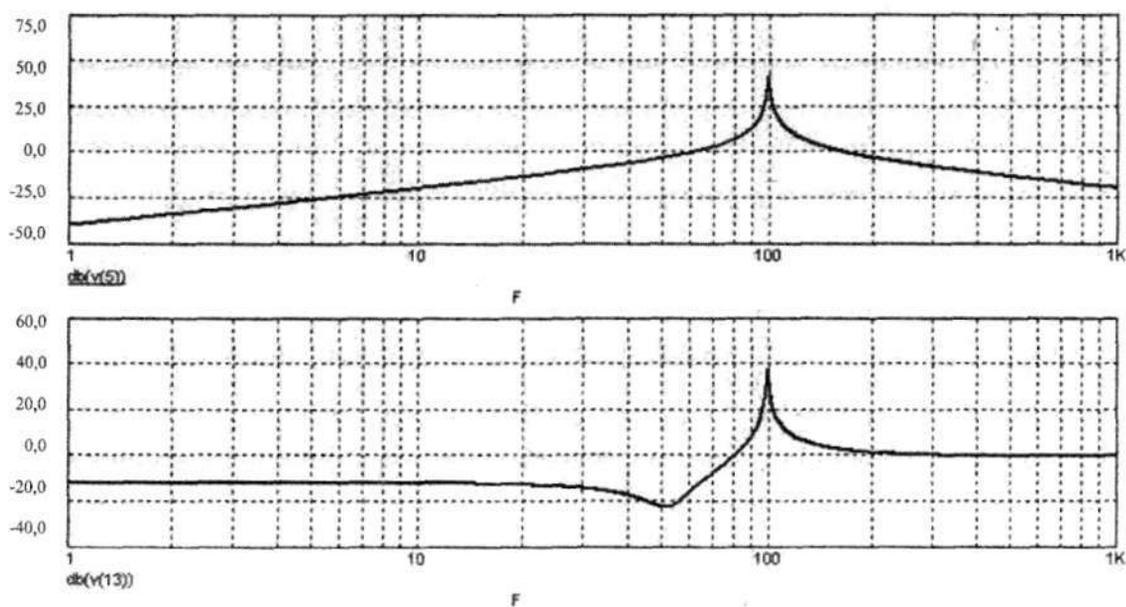


Рис. 7. Передаточные характеристики избирательного и селективно-режекторного усилителей