



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова

Лабораторная работа №1
“Фазовая автоподстройка частоты”

Выполнил:

Колесник Н.А.

Тулин Г. Н.

Группа: ЭР-17-21

Преподаватель:

Плутешко А. В.

Дата: 16.03.25

Москва, 2025

1 Цель работы

Изучение системы ФАПЧ. Изучение характеристики ФД на элементе “исключающее ИЛИ”. Измерение характеристики ГУН. Определение полосы захвата и наблюдение за переходными процессами.

2 Лабораторная работа

Приведем снятую характеристику $E_{\phi\delta}(t)$.

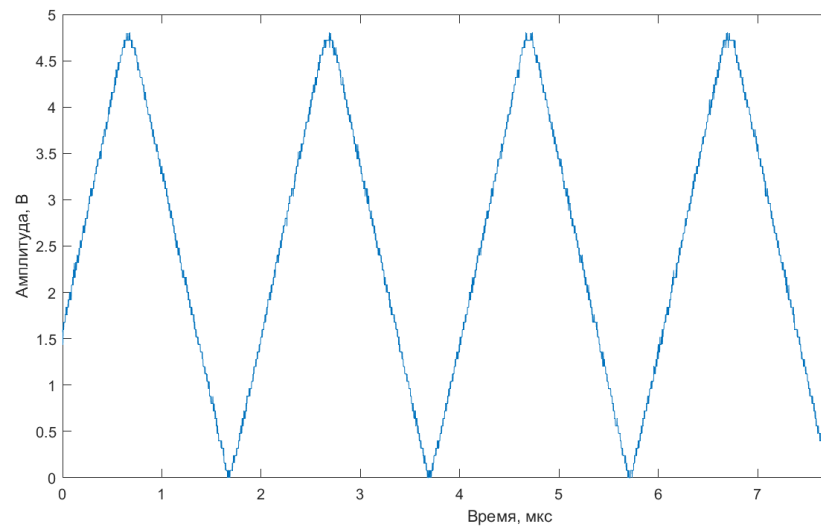


Рисунок 1 – Зависимость $E_{\phi\delta}(t)$

Построим характеристику фазового дискриминатора $E_{\phi\delta}(\varphi)$.

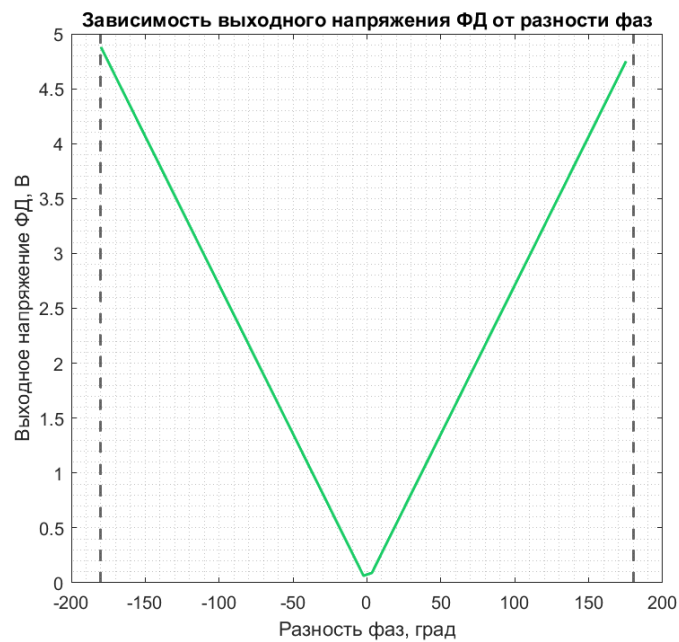


Рисунок 2 – Зависимость $E_{\phi\delta}(\varphi)$

Рассчитанное значение крутизны характеристики ФД:

$$K_{\phi\partial} = 4.7\text{В} / \pi = 1.5\text{В} / \text{рад}$$

Приведём измеренную характеристику ГУН $f_{\text{гун}}(E_{\text{упр}})$.

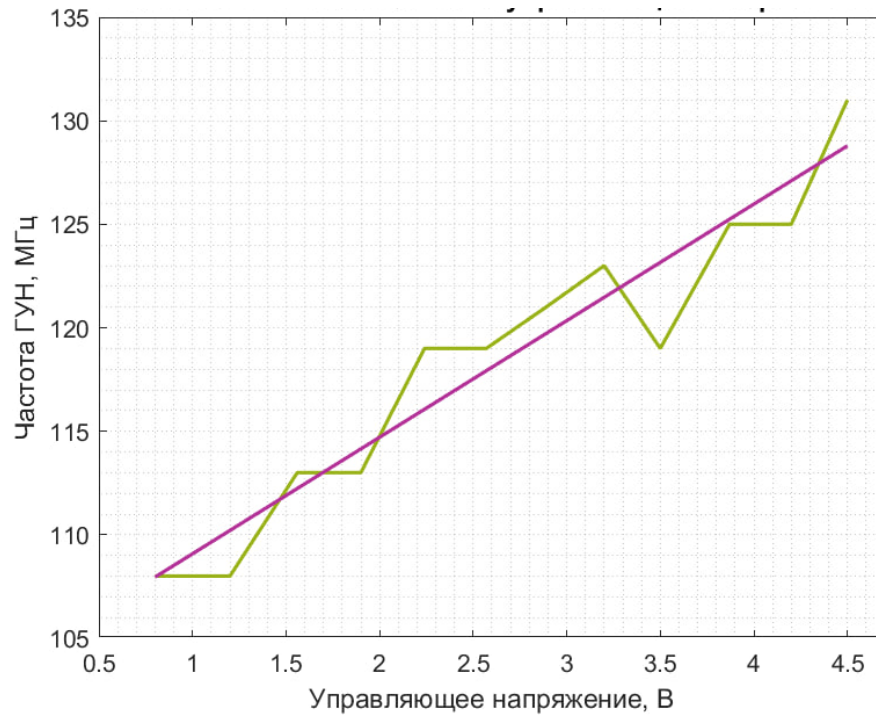


Рисунок 3 – Зависимость $f_{\text{гун}}(E_{\text{упр}})$ и её аппроксимация

Для точек $E_{\phi\partial} = E_{\text{упр}} = 2,5\text{В}$ заполним Таблицу №1.

Таблица №1 – Величины, определяющие поведение кольца ФАПЧ

$K_{\phi\partial}, \frac{\text{В}}{\text{рад}}$	$K_{\text{гун}}, \frac{\text{МГц}}{\text{В}}$	$T_{\text{фапч}}, \text{мкс}$
1,5	4,8	0,347

Оценим величину нормированной полосы захвата γ . И сравним с теоретическим значением. Результат представим в Таблице №2.

$$\text{Полоса синхронизма } P_{\text{синхр}} = \frac{1}{4T_{\text{фапч}}} = \frac{1}{4 \cdot 0,347 \text{ мкс}} = 720,5 \text{ кГц}$$

Таблица №2 – Сравнение экспериментальной полосы захвата с рассчитанной

Переключатель	Полоса захвата кГц	Нормированная полоса захвата экспериментальная, γ	Нормированная времени цепи, τ	Нормированная полоса захвата теоретическая, γ
4	(400)	0,55	1,9	0,58
6	(230)	0,32	5,9	0,35

Рассмотрим переходные процессы при увеличении постоянной времени ФНЧ.

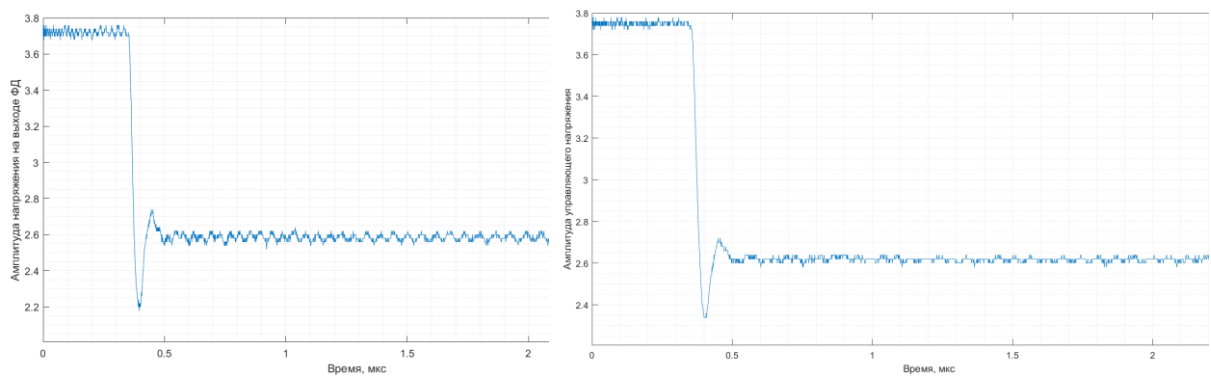


Рисунок 4 – Переходные процессы $E_{фд}(t), E_{упр}(t)$ при переключателе 3

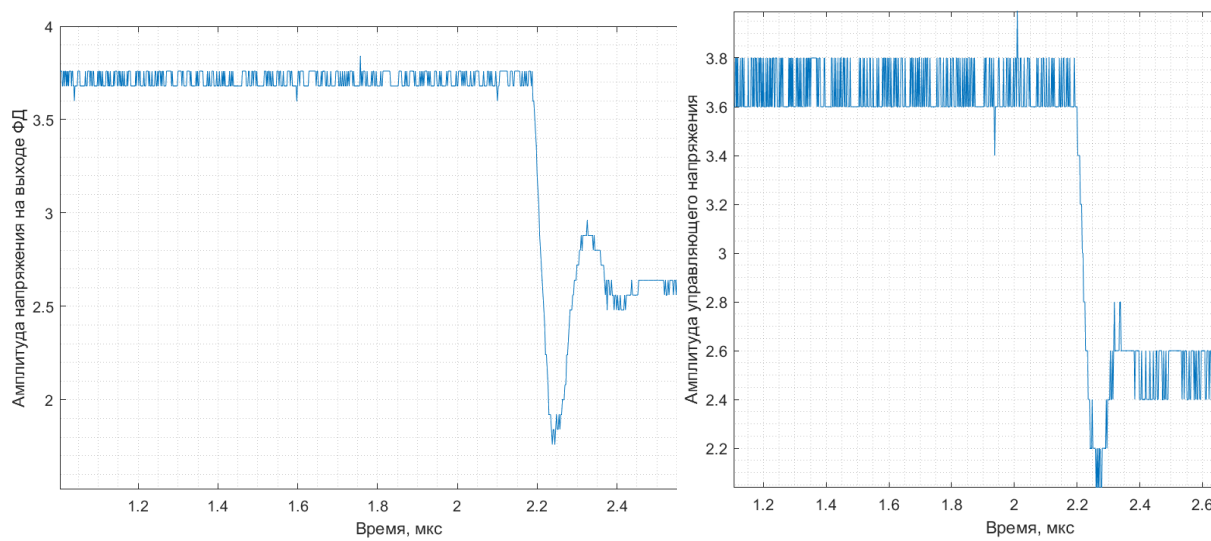


Рисунок 6 – Переходные процессы $E_{фд}(t), E_{упр}(t)$ при переключателе 4

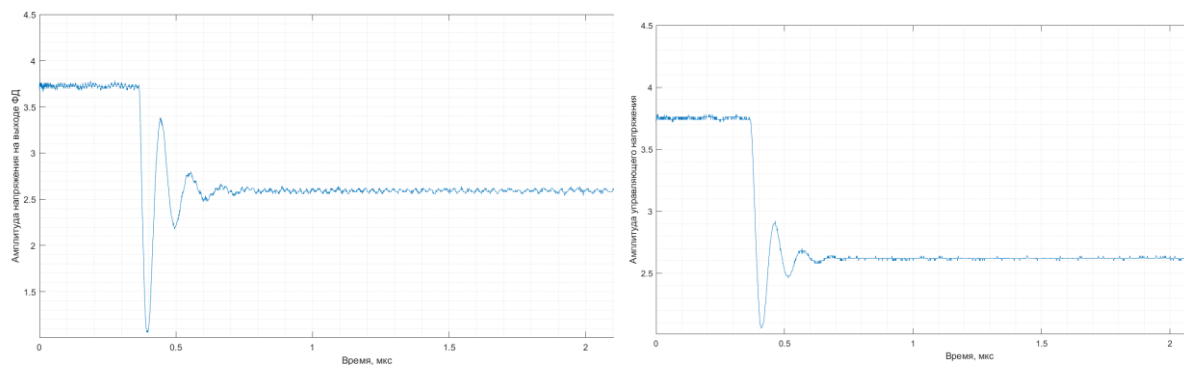


Рисунок 8 – Переходные процессы $E_{фд}(t), E_{упр}(t)$ при переключателе 5

3 Выводы

При увеличении времени цепи нормированная полоса захвата уменьшается также увеличивается длительность потери синхронизма, причиной служит увеличение инерционности обратной связи, построенной на ФНЧ. Тенденция изменения $f_{гун}$ от $E_{упр}$, полученная на графике, соответствует теоретическим выкладкам, представленным в описании лабораторной работы.

Параметры ФАПЧ, найденные по экспериментальным данным:

$$K_{фд} = 1,5 \frac{B}{рад}; K_{гун} = 4,8 \frac{МГц}{B}; T_{фапч} = 0.347 мкс$$

При расчете полосы захвата как обратной величины длительности потери синхронизма, вычисленная нормированная полоса захвата не совпадает с теоретической (порядок величины захвата много меньше порядка величины полосы синхронизма).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

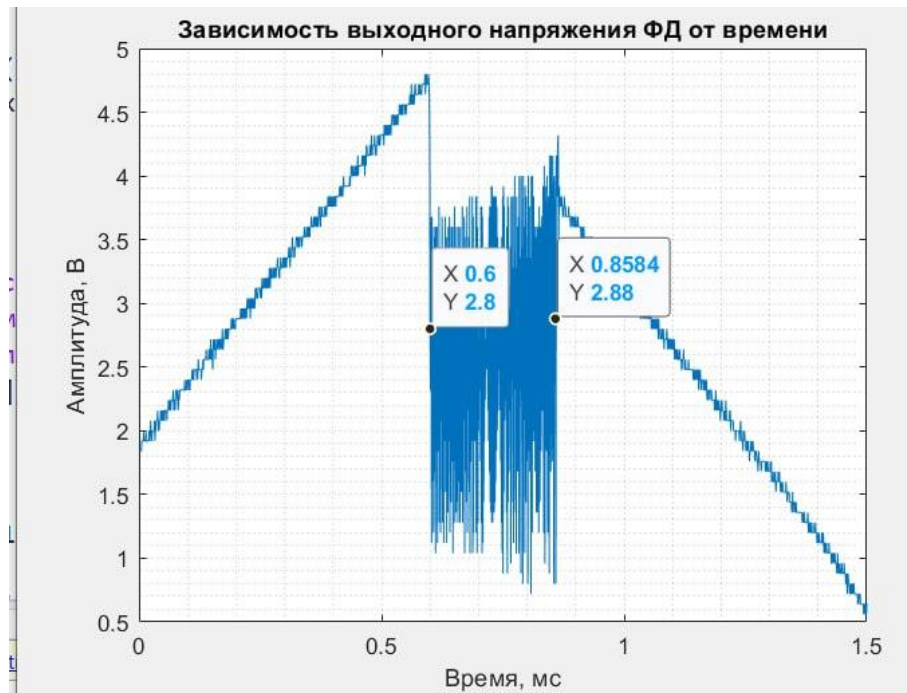


Рисунок А.1 –Длительность потери синхронизма для 4 переключателя

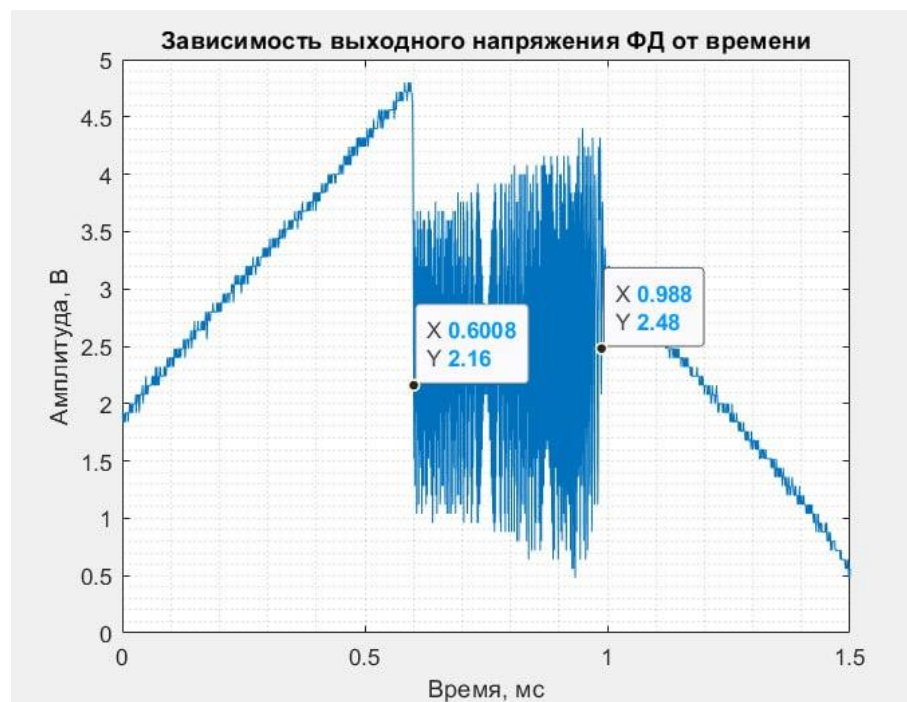


Рисунок А.2 – Длительность потери синхронизма для 6 переключателя



Рисунок А.3 – Переходной процесс для переключателя 3