

SoC Xilinx в системах управления электродвигателями

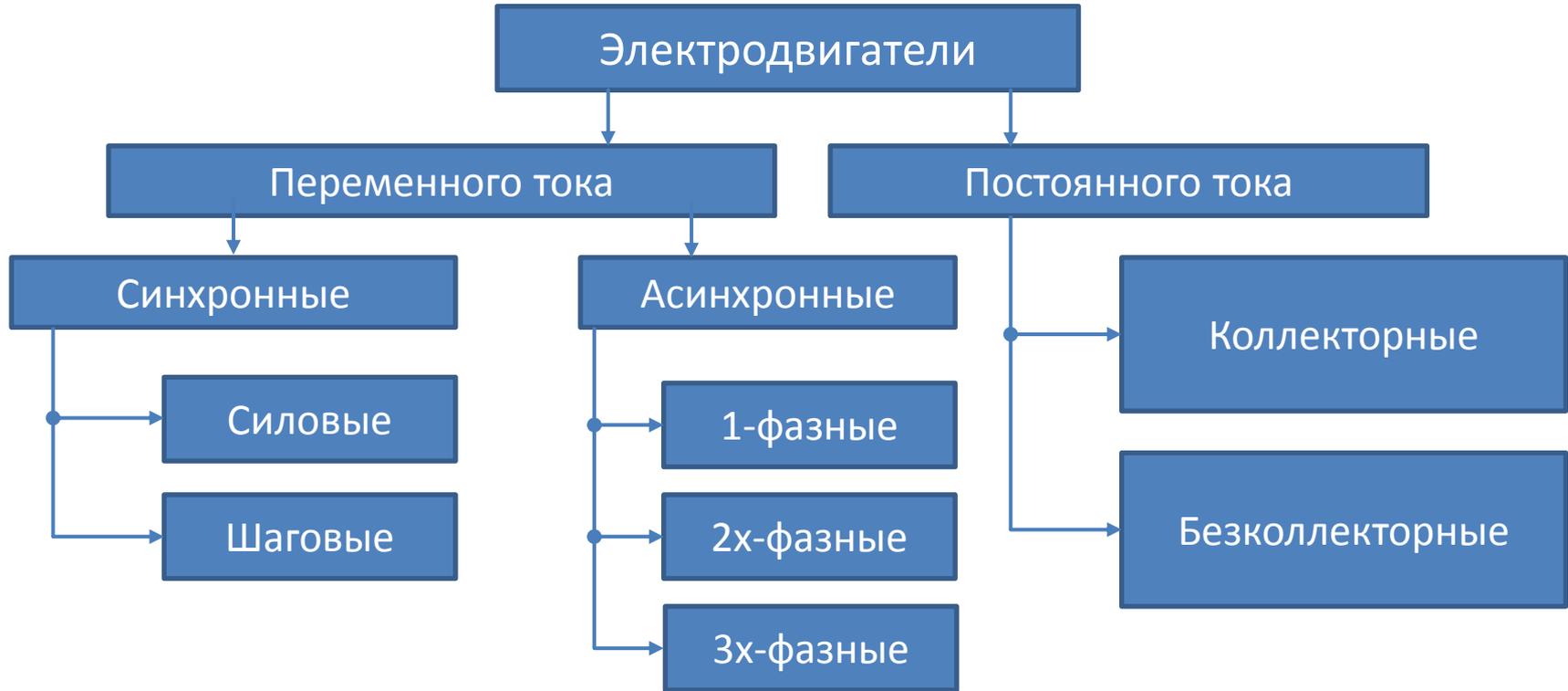
Владимир Викулин, инженер по применению Xilinx

30.03.2021 г.

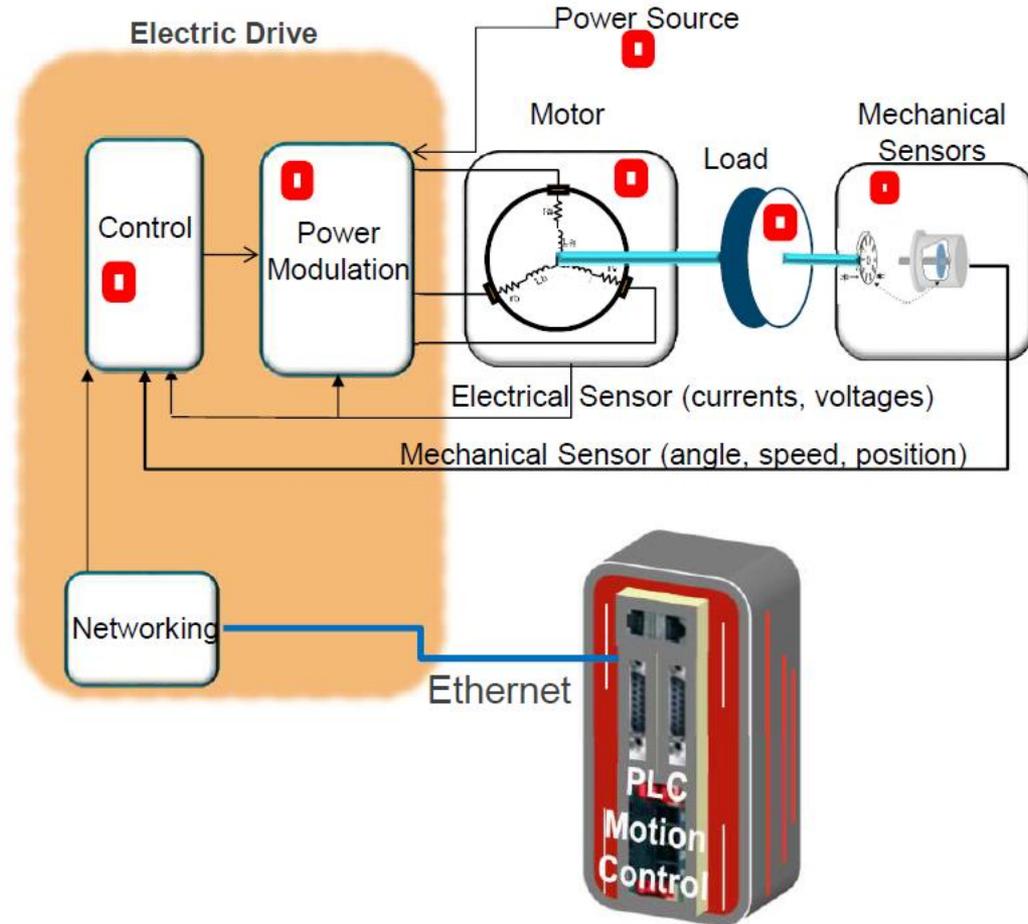
План вебинара

- ◆ Электродвигатели и их системы управления
- ◆ Интеллектуальные системы управления от Xilinx – их преимущества и области применения
- ◆ EDDP – открытое решение от Xilinx
- ◆ Набор от [Trenz](#)
- ◆ Силовая электроника от МГ для драйверов электродвигателей
- ◆ Демонстрация платформы Trenz EDDP
- ◆ Разработка на базе EDDP
- ◆ Решения для задач удаленного управления
- ◆ Решения для задач аналитики и контроля состояния на базе пакета IIoT-SPYN
- ◆ Вопросы-ответы

Электродвигатели и их системы управления



EDDP - система управления от Xilinx



EDDP и SPYN – открытые решения от Xilinx

Реализованы на платформах
СНК Zynq7000 и Zynq UltraScale+

<https://www.xilinx.com/applications/industrial/motor-control.html> - стартовая страница

<https://github.com/Xilinx/IIoT-EDDP> - алгоритмы
управления

<https://github.com/Xilinx/IIoT-SPYN> - статистика и
дополнительная функциональность на языке Python
и платформе Pynq

EDDP и SPYN – открытые решения от Xilinx

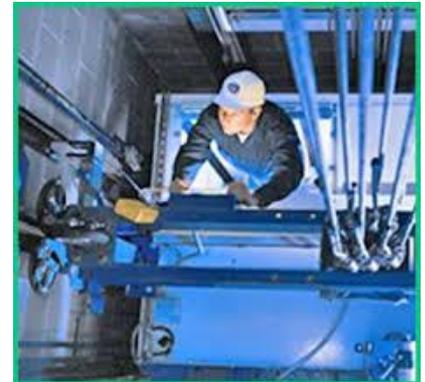
Зачем использовать Xilinx, дорогой и сложный?
Чтобы достичь необходимого быстродействия и
уровня интеллекта!

Usecase: лифтовое оборудование

- ◆ Требуется регулярного обслуживания и периодического ремонта
- ◆ Слишком часто – лишние затраты на обслуживание
- ◆ Слишком редко – затраты на ремонт и простой оборудования

Что делать? Переходить на обслуживание по фактическому состоянию (Predictive maintenance)!

Как контролировать состояние системы?
С помощью SPYN от Xilinx! Чем дороже и сложнее
электрооборудование, тем выгоднее Xilinx!



EDDP и SPYN – открытые решения от Xilinx

- ◆ **Предназначены для разработчиков, не для конечных пользователей!**
- ◆ Предназначены для реализации сложных систем
 - Высокое быстродействие
 - Высокий интеллект
- ◆ Большое количество дополнительных функций
 - Связь с облаком
 - Сбор статистики
 - Мониторинг состояния системы и диагностика
 - Управление через Интернет

EDDP и SPYN – открытые решения от Xilinx

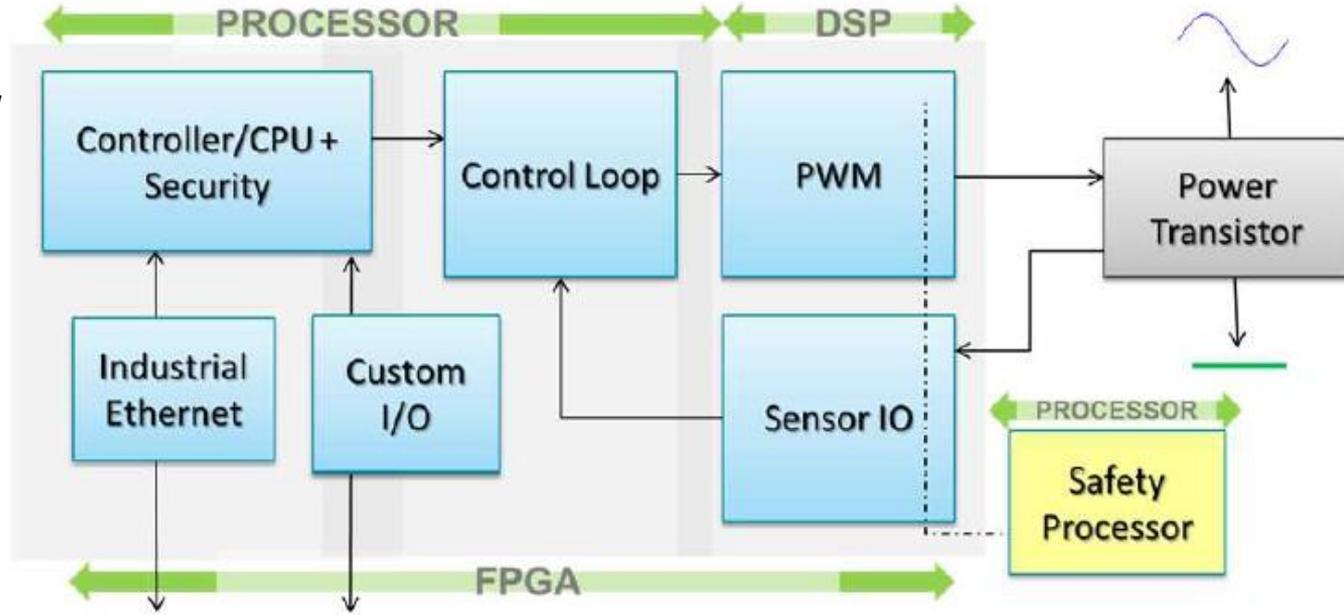
Области применения

- ◆ Мощная силовая электротехника – электроприводы, электровозы, судовые моторы, эскалаторы, лифты и т.д.
- ◆ Электромобили
- ◆ Быстрая реакция – летательные аппараты, электромобили и т.д.
- ◆ Высокий интеллект – (I)IoT, облачные системы и т.д.
- ◆ Системы, требующие обновления online, в том числе – “на лету”

EDDP

Преимущества интегрированного решения от Xilinx

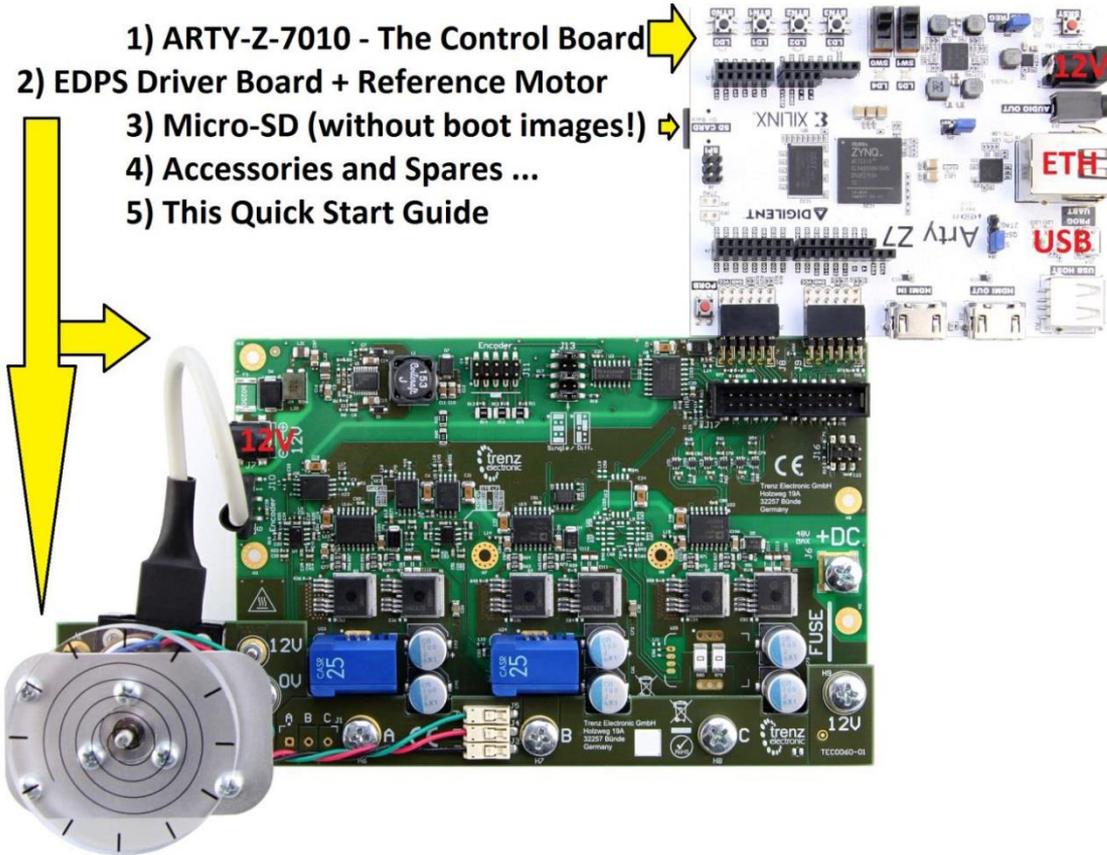
1. Connectivity
2. Cyber-security (w/HW root of trust)
3. Functional Safety
4. More/Diverse Inputs
5. Vision-guided Motion (Robotics)
6. Human Machine Interface (simple or complex HMI)



Набор EDDP/SPYN от Trenz Electronic

<https://wiki.trenz-electronic.de/display/PD/EDDP+Resources>

- 1) ARTY-Z-7010 - The Control Board
- 2) EDPS Driver Board + Reference Motor
- 3) Micro-SD (without boot images!)
- 4) Accessories and Spares ...
- 5) This Quick Start Guide



- ◆ Силовая плата – 1KW
- ◆ Мотор – 15W
- ◆ СнК Arty-Z7 (Zynq 7010)
- ◆ Фреймворки EDDP и SPYN
- ◆ Готовые конфигурации
- ◆ Примеры

Силовая электроника от МГ для драйверов электродвигателей от Макро Групп

Что делать, если нужна большая
МОЩНОСТЬ?

Разработать собственные или использовать готовые
силовые модули!

Все необходимое для этого можно приобрести в
нашей компании!

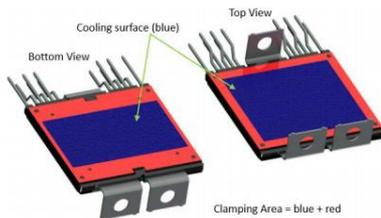
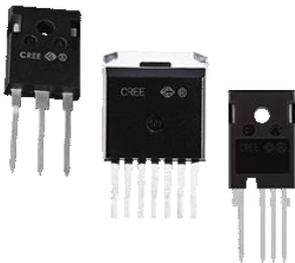
Обращайтесь: power@macrogroup.ru



**МАКРО
ГРУПП**

Силовые компоненты Макро Групп. Дискретны и выводные модули.

Бренд	Технология	I ном, А	V ном, В	Корпус
ON Semi, YJ	Si, SiC MOSFET. N, P кан.	-140 ÷ 550	-500 ÷ 1700	TO, DPAK, diff SMD
ON Semi	Si, SiC диоды	0,5 ÷ 100	50 ÷ 1700	DO41, D2PAK, SMx, TO-xxx, SMD
ON Semi, YJ	IGBT	2,7 ÷ 300	250 ÷ 1500	SOxx, D2PAK, TO-xx
ON Semi, PI	IPM модуль	1,2 ÷ 75	250 ÷ 1200	DIP, SIP, SMD
ON Semi, YJ	IGBT модуль	25 ÷ 820	650 ÷ 1200	AHPM15, DIP, Qx, PIM, SSDC33
ON Semi	SiC, SiC/Si модуль	15 ÷ 400	1000 ÷ 1200	Qx
Wolfspeed/Cree	SiC MOSFET дискретны	5 ÷ 115	650 ÷ 1700	TO
	SiC Шоттки диоды	1 ÷ 50	600 ÷ 1700	TO



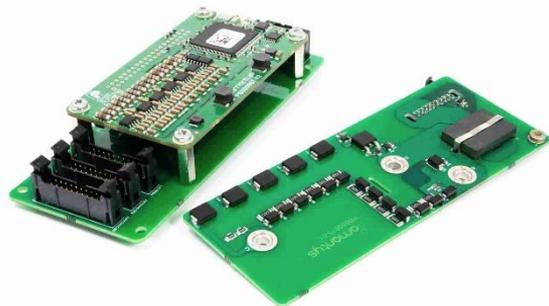
Силовые компоненты Макро Групп. Силовые модули.

Бренд	Технология	I ном, А	V ном, В	Корпус
ABB	IGBT	150 ÷ 3600	1200 ÷ 6500	62Pak, LoPak, HiPak, LinPak
YJ	IGBT	40 ÷ 450	1200	Cx, Ex, Px
ABB	IGCT	340 ÷ 2660	4500 ÷ 6500	85/26
ABB	SiC	500 ÷ 1800	1200, 1700 ÷ 3300	RoadPak, LinPak
Wolfspeed/Cree	SiC MOSFET	20 ÷ 765	1200 ÷ 1700	HM, FM3, 45 мм, 62 мм
CRRC/DYNEX	IGBT	450 ÷ 3600	750 ÷ 6500	2-, 3- и 6 – ключей в корпусе
	Press-Pack IGBT	2000 ÷ 3000	4500	Press-Pack
	FRD	100 ÷ 1500	1200 ÷ 6500	XDM, T1, K1
	таблеточные диоды, тиристоры и GTO	До 11000	600 ÷ 8500	таблеточные



Силовые компоненты Макро Групп. Драйверы.

Бренд	Исполнение	Технология	V ном, В	Совместимый корпус
ON Semi	Микросхема	SiC, IGBT, Si	0,8 ÷ 1225	Любой дискретный
PI	P&P драйвер	SiC, IGBT	600 ÷ 6500	Стандартные
	Ядро драйвера	SiC, IGBT	600 ÷ 6500	Любой модуль
	МС драйвера	SiC, IGBT	600 ÷ 1700	Любой
Amantys	P&P драйвер программируемый	SiC, IGBT	1200 ÷ 6500	HiPak, LinPak, XM3*



* В разработке

Силовые компоненты Макро Групп. Вспомогательные.

Бренд	Тип	Технология
ON Semi, PI	Микросхема питания	ШИМ, LDO, Charge Pumps
BM	Конденсаторы	Пленка
Cosmo	Ферриты	MnZn
CRRC	Шины ламинированные	
Китай	Ферриты, каркасы, скобы, готовые моточные по ТЗ	

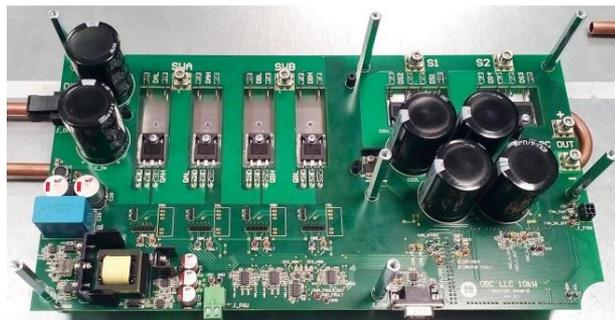


Figure 51. OBC LLC Switch Board – Top View



Разработка на базе EDDP

Обязательные шаги

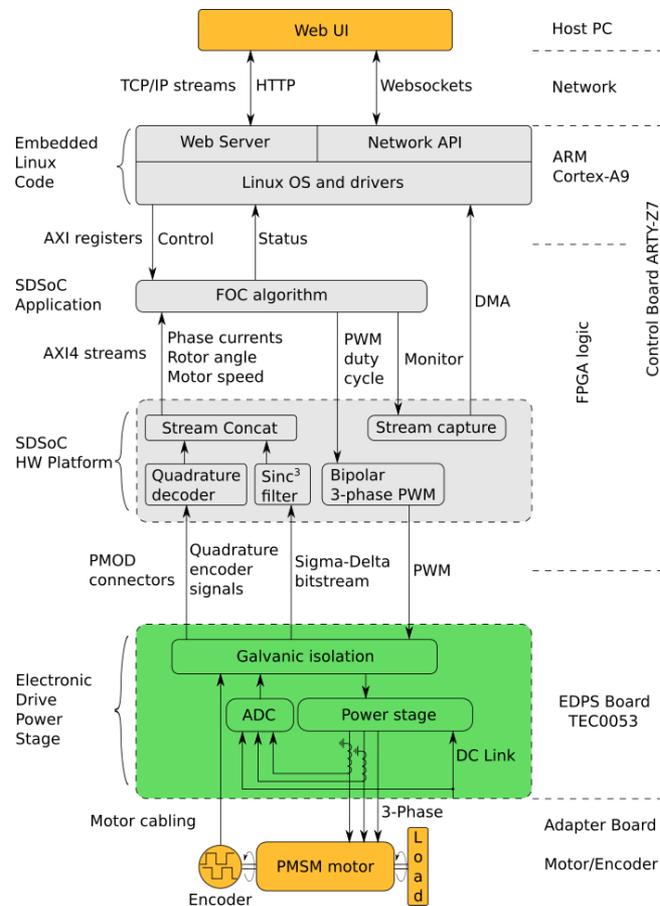
1. Установить пакет
2. Сконфигурировать платформу
3. Разработать софт
4. Отладить

Дополнительные шаги

1. Сконфигурировать Linux
2. Разработать собственный драйвер мотора

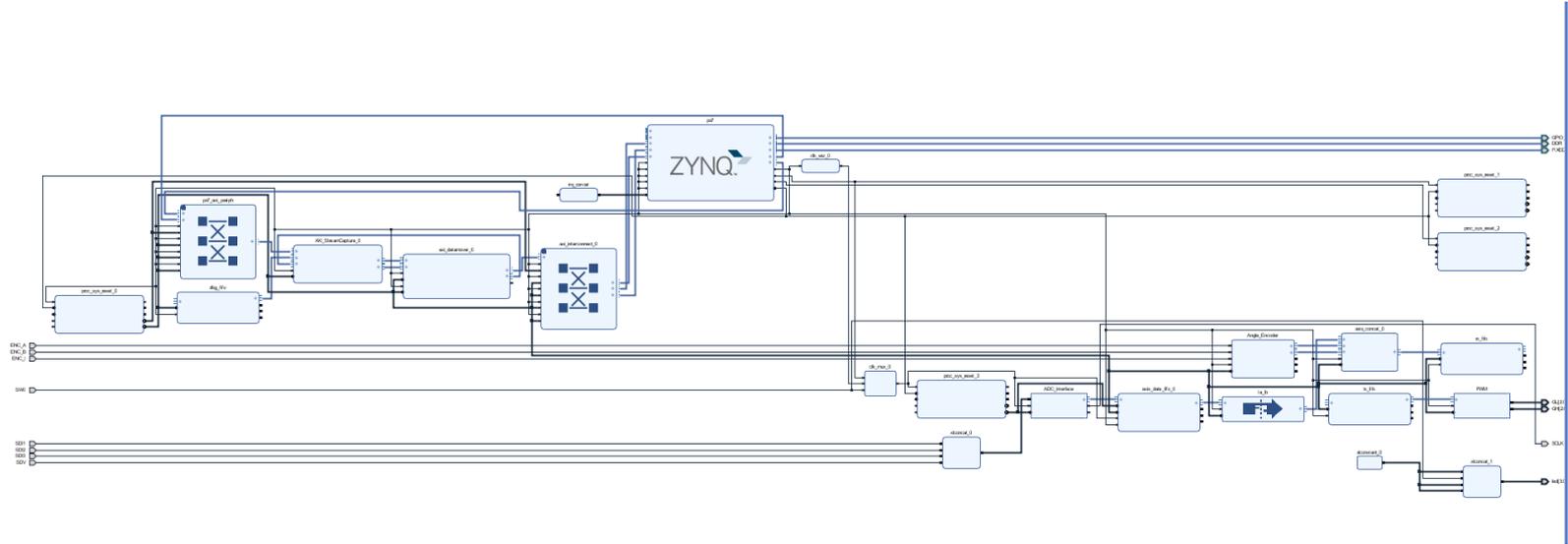
Разработка на базе EDDP

Структура платформы



Разработка на базе EDDP

Как выглядит платформа



Разработка на базе EDDP

С чего начать

- ◆ Готовый образ SD-карты: IIoT-EDDP-master\SDSoC\SD_Card\arty_z7_10
- ◆ Проект Vivado для платформы: IIoT-EDDP-master\SDSoC\platforms\arty_z7_10_foc\hw\vivado
- ◆ Алгоритмы управления: IIoT-EDDP-master\design_hls

Продвинутые методы проектирования

- ◆ HLS (VitisHLS, Vitis)
- ◆ Matlab/Simulink

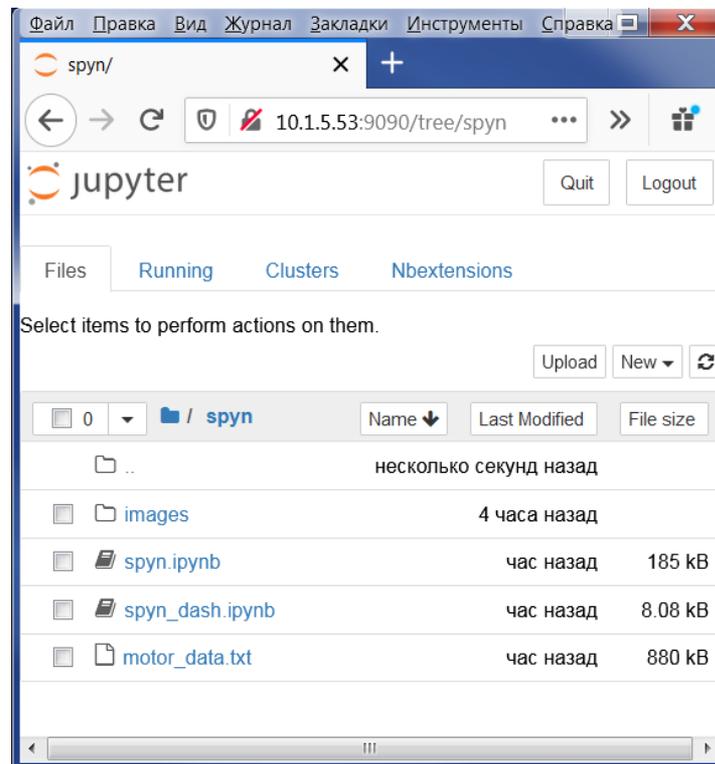
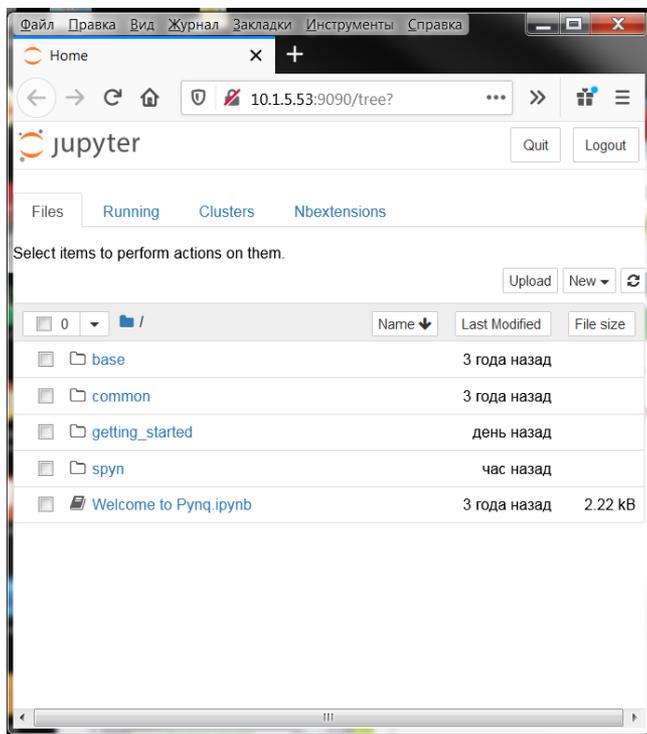
Разработка на базе SPYN

SPYN – пакет для аналитики и статистики на базе языка Python и технологии Pynq

- ◆ Библиотека управления ЭД на Python
- ◆ WEB-ориентированная IDE JupyterNotebook
- ◆ Средства сбора и анализа статистики
- ◆ Визуализация состояния мотора
- ◆ Сеть ИИ для контроля состояния системы

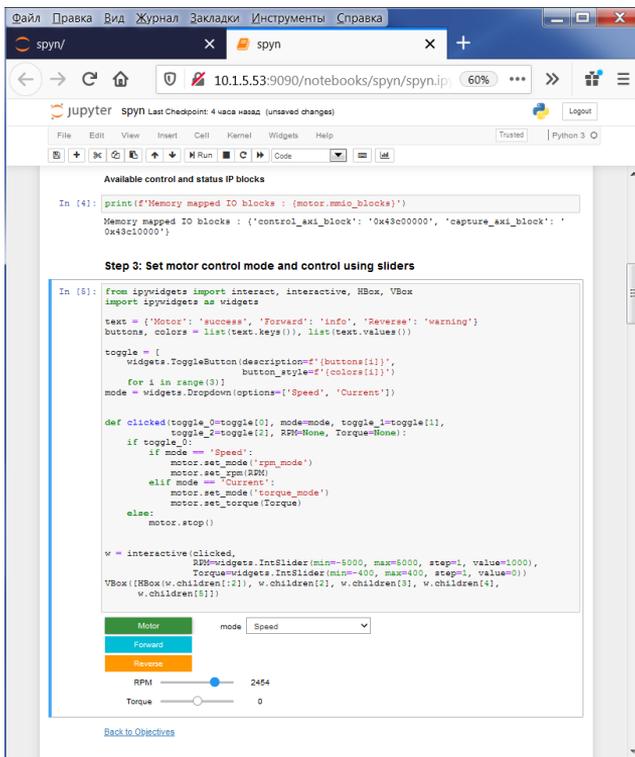
Разработка на базе SPYN

Как выглядит Jupyter Notebook



Разработка на базе SPYN

Jupyter Notebook: SPYN – управление мотором,
SPYN_DASH – веб-аналитика



```
In [4]: print(f'Memory mapped IO blocks : {motor_mmio_blocks}')
Memory mapped IO blocks : {'control_xxx_block': '0x43c00000', 'capture_xxx_block': '0x48c10000'}
```

Step 3: Set motor control mode and control using sliders

```
In [5]: from ipywidgets import interact, interactive, HBox, VBox
import ipywidgets as widgets

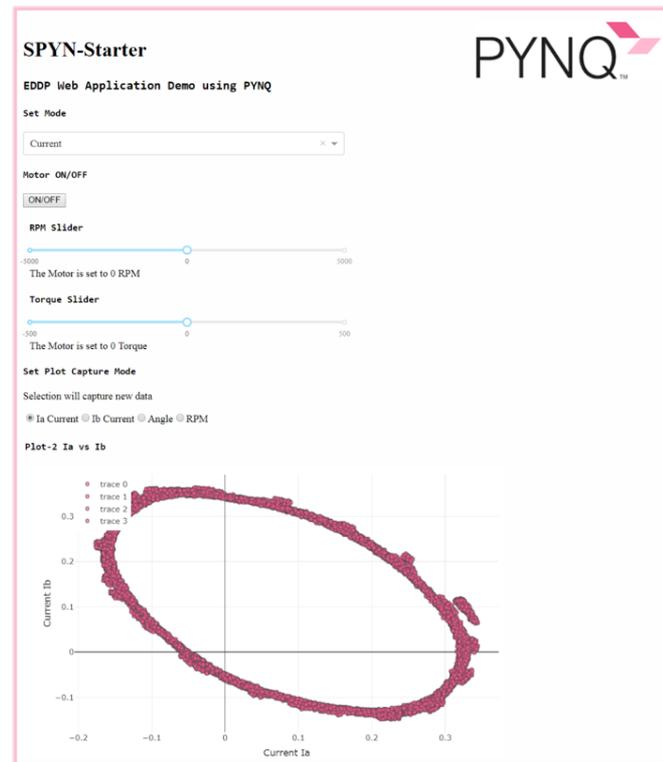
text = {'Motor': 'success', 'Forward': 'info', 'Reverse': 'warning'}
buttons, colors = list(text.keys()), list(text.values())

toggle = [
    widgets.ToggleButton(description=f'{buttons[i]}',
                          button_style=f'{colors[i]}')
    for i in range(3)]
mode = widgets.Dropdown(options=['Speed', 'Current'])

def clicked(toggle_0=toggle[0], mode=mode, toggle_1=toggle[1],
            toggle_2=toggle[2], RPM=None, Torque=None):
    if toggle_0:
        if mode == 'Speed':
            motor.set_mode('rpm_mode')
            motor.set_rpm(RPM)
        elif mode == 'Current':
            motor.set_mode('torque_mode')
            motor.set_torque(Torque)
        else:
            motor.stop()

w = interactive(clicked,
                RPM=widgets.IntSlider(min=5000, max=6000, step=1, value=1000),
                Torque=widgets.IntSlider(min=400, max=400, step=1, value=0))
VBox([HBox(w.children[:2]), w.children[2], w.children[3], w.children[4],
          w.children[5])])
```

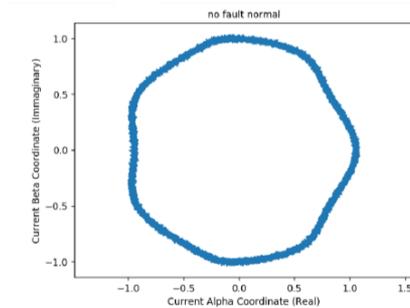
The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with a code cell and a corresponding interactive widget. The widget includes a 'Motor' button, a 'mode' dropdown menu set to 'Speed', and two sliders: 'RPM' (set to 2454) and 'Torque' (set to 0).



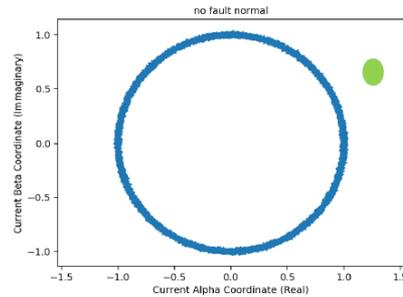
Разработка на базе SPYN

Нейронная сеть для анализа данных

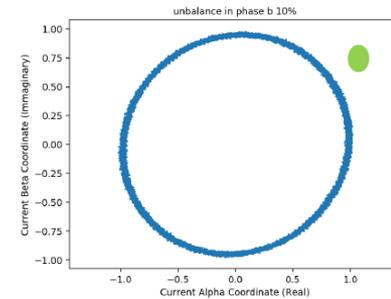
Some of $\alpha.\beta$ Plot currents – (resolution 512 x 512)



Normal Motor with Saliency

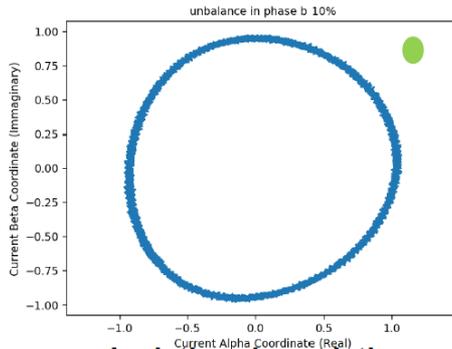


Normal Motor No Saliency

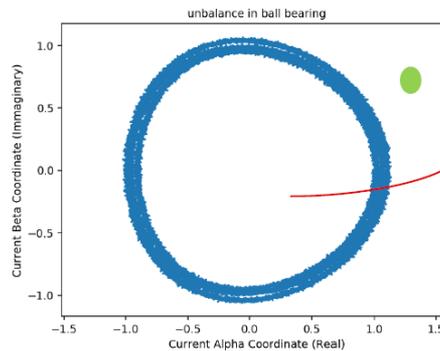


Higher contact resistance

Phase b

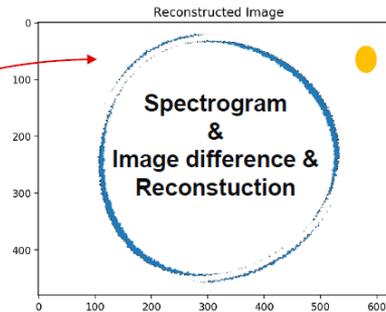


Isolation degradation
winding B



Gear degradation and isolation
degradation winding B

© Copyright 2020 Xilinx



Gear degradation and isolation
degradation winding B

Разработка на базе SPYN

1. Загрузить пакет с Github:
2. Скачать образ системы
3. Запустить систему
4. Проапгрейдить систему
5. Написать собственный продукт

Демонстрация платформ EDDP и SPYN на наборе Trenz

- ◆ Конфигурирование системы
- ◆ Демонстрация работы

Ссылки

Страница TrenZ Electronic:

<https://www.trenz-electronic.de/en/>

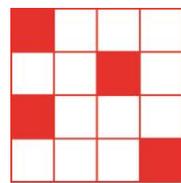
TrenZ Electronic EDDP: <https://wiki.trenz-electronic.de/display/PD/EDDP+Resources>



Совместная программа обучения



**МАКРО
ГРУПП**



PLC2

- ◆ Технологии Xilinx сложны и разнообразны, поэтому квалификация разработчиков имеет решающее значение для успешного выполнения проектов
- ◆ Обучение по программам и стандартам лидера европейского обучения PLC2 – авторизованного партнера тренинг-партнера Xilinx (XTP)
- ◆ На русском языке
- ◆ Сертификат PLC2 + Макро

Спасибо за внимание !

Ваши вопросы



Наши ответы



**МАКРО
ГРУПП**

Официальный дилер Xilinx

Контакты

Тел.: 8 (800) 333-06-05

email: SALES@MACROGROUP.RU

Продукция Xilinx и техподдержка: fpga@macrogroup.ru

Силовая электроника: power@macrogroup.ru

Олег Болихов – руководитель направления “Цифровая электроника”

Дмитрий Хорьков – руководитель направления Xilinx

Владимир Викулин, Дмитрий Шадрин – техподдержка Xilinx

Xilinx – полезные ссылки

- ◆ Сайт Xilinx: <https://www.xilinx.com/>
- ◆ Сайт Developer: <https://developer.xilinx.com/>
- ◆ Форум: <https://forums.xilinx.com/>
- ◆ Обучение: <https://xilinxprod-catalog.netexam.com/>
- ◆ Репозиторий: <https://github.com/Xilinx>
- ◆ Отладочные платы и платформы:
<https://www.xilinx.com/products/boards-and-kits/see-all-evaluation-boards.html>

Xilinx – материалы с сайта

Справочные и методологические материалы на сайте Xilinx

- ◆ DocNav – все в одном месте на вашем компьютере
- ◆ Selection guides – руководства по выбору
- ◆ User guides – руководства по применению
- ◆ UFDМ – методология проектирования
- ◆ AR – ответы на вопросы

Xilinx – как получить техподдержку

Техподдержка

- ◆ Сначала посмотреть на форуме Xilinx
- ◆ Поискать на ресурсах Xilinx:
<https://www.xilinx.com/support.html>
- ◆ Обратиться в Macro: fpga@macrogroup.ru
- ◆ Открыть service request:
https://service.xilinx.com/sservice_prod/start.swe

Xilinx – на чем разрабатывать и отлаживать свои проекты

Отладочные платы и платформы

Подберем отладку под ваши задачи

- ◆ <https://www.macrogroupp.ru/catalog/partgroup/378>
- ◆ <https://www.xilinx.com/products/boards-and-kits.html>

