Nauczanie podstaw elektroniki i programowania mikrokontrolerów w czasie pandemii na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej

Angelika Tefelska

Politechnika Warszawska
Wydział Fizyki

O czym będzie wystąpienie?

Źródło obrazka: http://gregburdine.com/making-the-impossible-possible/

Ale najpierw krótka podróż w czasie...

Co to za miejsce?

Ale najpierw krótka podróż w czasie...

- .. do roku 2019 kiedy to Wuhan stał się najsłynniejszym chińskim miastem.
- Dlaczego?

~~Szkolnictwo wyższe~~

~~Przemysł~~

PANDEMIA!

Marzec 2020

- Wybuch pandemii spowodował konieczność przejścia na nauczanie zdalne z dnia na dzień.
- Bez uprzedzenia, bez przygotowania i bez znajomości daty powrotu do nauczania stacjonarnego.

Jak nauczać elektroniki czy mikrokontrolerów bez sprzętu?

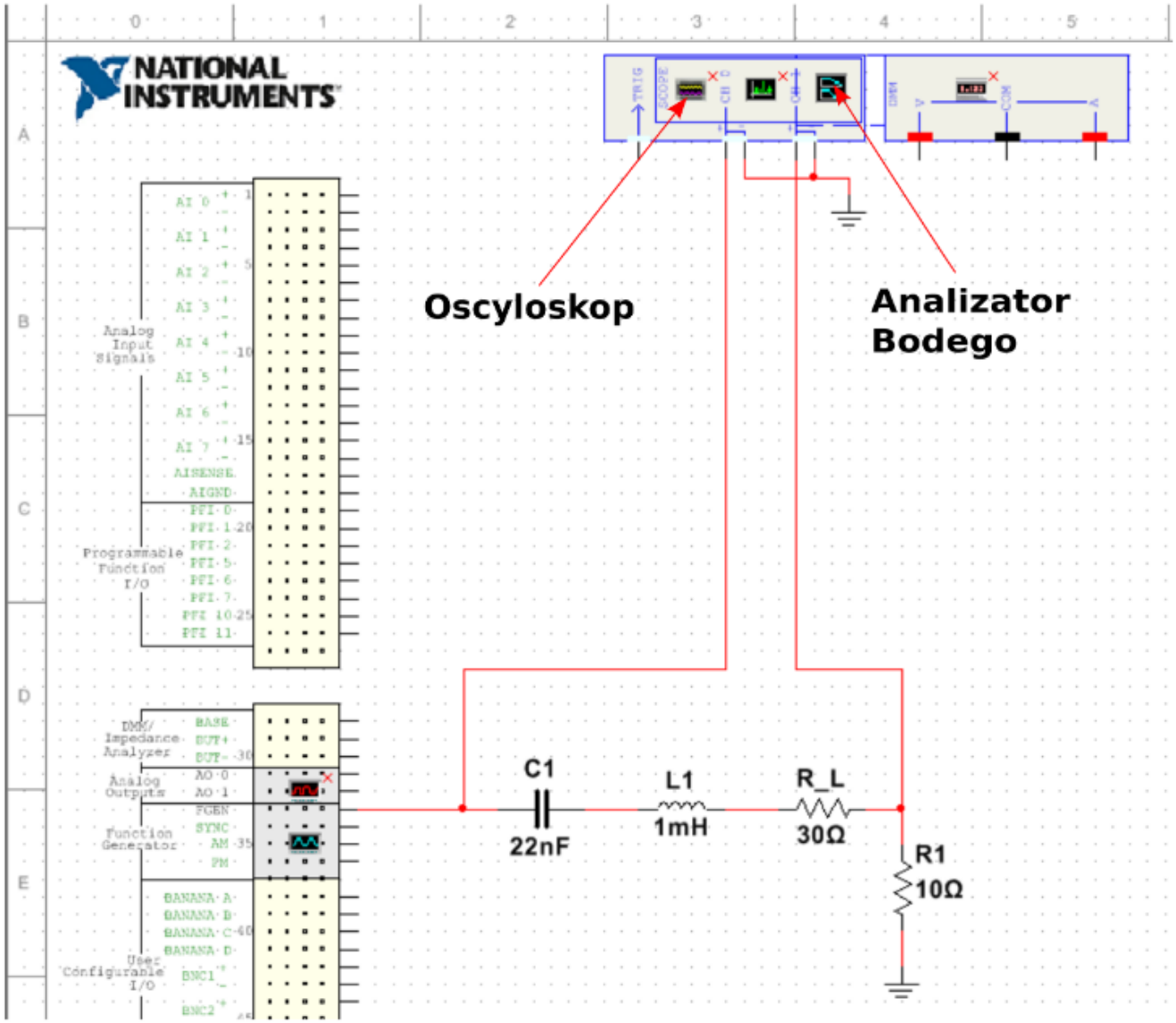
Pierwsze podejście do problemu - semestr letni 2020

W trakcie I semestru od ogłoszenia pandemii, realizowaliśmy dwa przedmioty:

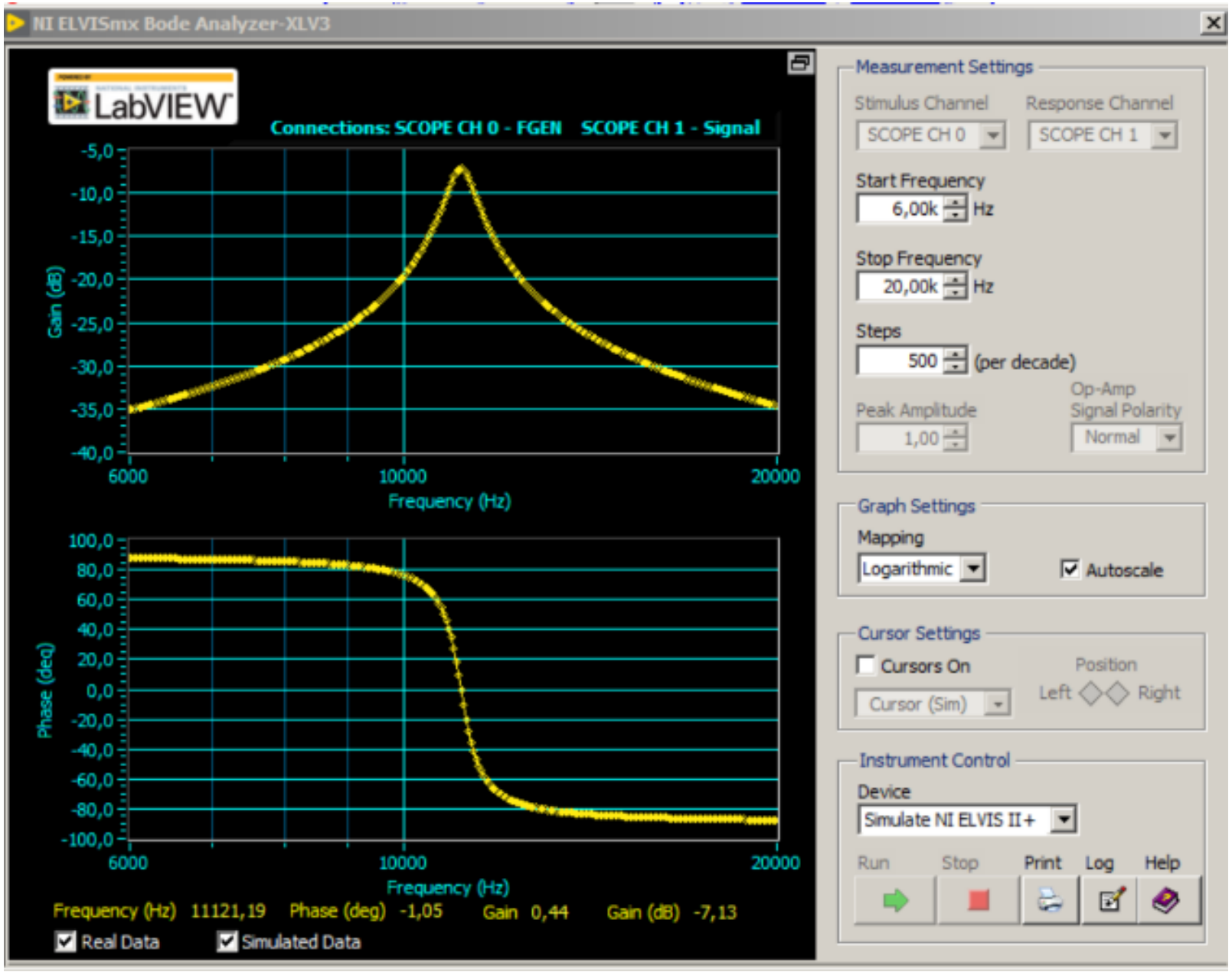
- *Elektronika w Eksperymencie Fizycznym* (EwEF) - drugi przedmiot poświęcony **elektronice analogowej**.
- *Podstawy Systemów Mikroprocesorowych* (PSM) - poświęcony programowaniu mikrokontrolerów **AVR ATmega32**.

Zajęcia były zrealizowane w oparciu o symulatory (Multisim & SimulIDE):

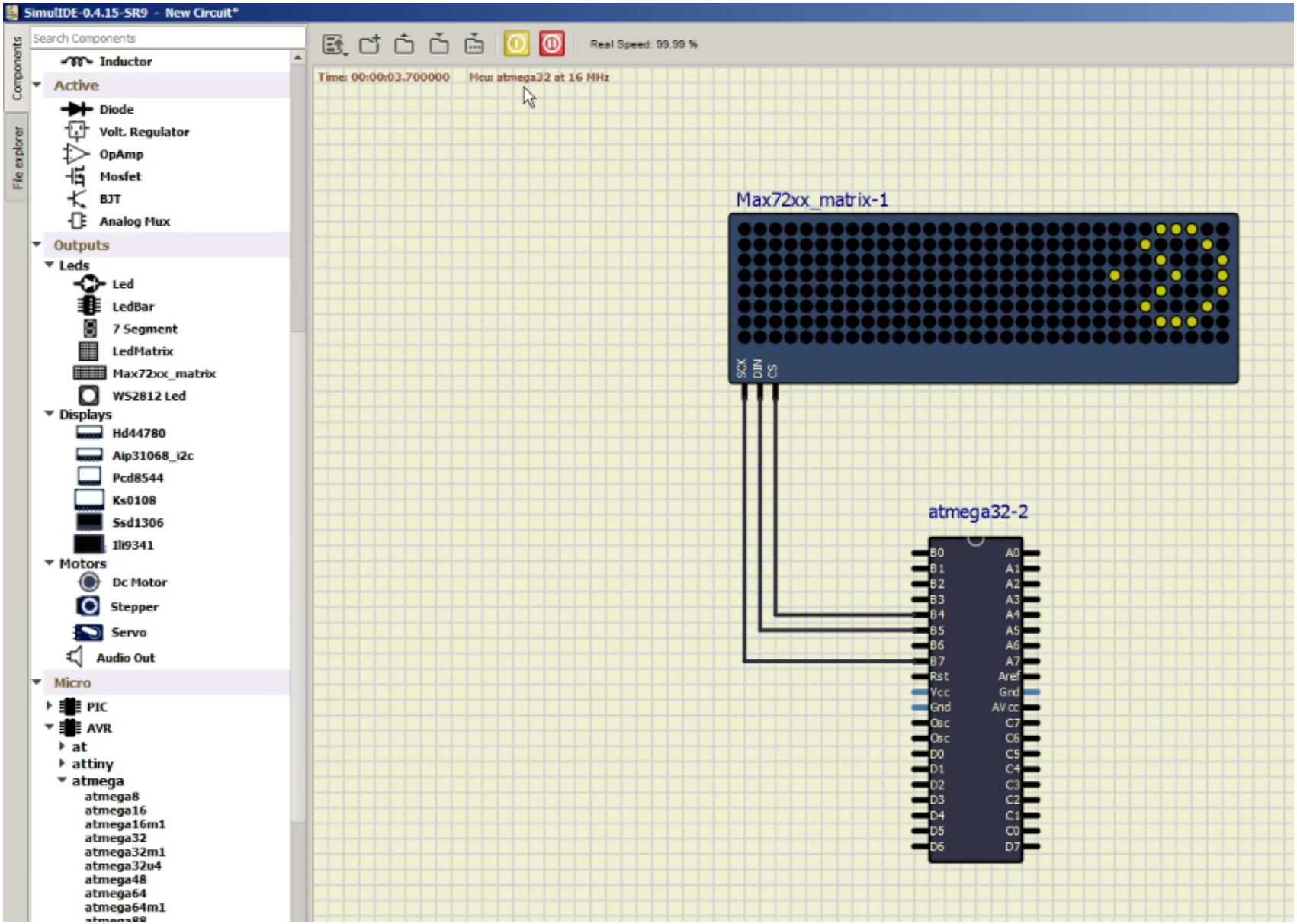
Multisim


NATIONAL INSTRUMENTS
Oscyloskop
Analizator Bodego
C1
22nF
L1
1mH
R_L
30Ω
R1
10Ω

Multisim


NI ELVISmx Bode Analyzer-XLV3
LabVIEW
Connections: SCOPE CH 0 - FGEN SCOPE CH 1 - Signal
Gain (dB)
-5,0
-10,0
-15,0
-20,0
-25,0
-30,0
-35,0
-40,0
6000
10000
20000
Frequency (Hz)
Phase (deg)
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
-20,0
-40,0
-60,0
-80,0
-100,0
Frequency (Hz) 11121,19 Phase (deg) -1,05 Gain 0,44 Gain (dB) -7,13
Real Data
Simulated Data
Measurement Settings
Stimulus Channel
SCOPE CH 0
Response Channel
SCOPE CH 1
Start Frequency
6,00k Hz
Stop Frequency
20,00k Hz
Steps
500 (per decade)
Peak Amplitude
1,00
Op-Amp Signal Polarity
Normal
Graph Settings
Mapping
Logarithmic
Autoscale
Cursor Settings
Cursors On
Cursor (Sim)
Position
Left
Right
Instrument Control
Device
Simulate NI ELVIS II+
Run
Stop
Print
Log
Help

SimulIDE


SimulIDE-0.4.15-SR9 - New Circuit*
Components
File explorer
Search Components
Inductor
Active
Diode
Volt. Regulator
OpAmp
Mosfet
BJT
Analog Mux
Outputs
Leds
Led
LedBar
7 Segment
LedMatrix
Max72xx_matrix
WS2812 Led
Displays
Hd44780
Aip31068_i2c
Pcd8544
Ks0108
Ssd1306
Ili9341
Motors
Dc Motor
Stepper
Servo
Audio Out
Micro
PIC
AVR
at
attiny
atmega
atmega8
atmega16
atmega16m1
atmega32
atmega32m1
atmega32u4
atmega48
atmega64
atmega64m1
Real Speed: 99.99 %
Time: 00:00:03.700000
Mcu: atmega32 at 16 MHz
Max72xx_matrix-1
SCK
DIN
CS
atmega32-2
B0
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
Rst
Vcc
Gnd
Osc
Osc
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
A0
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
Aref
Gnd
AVcc
C7
C6
C5
C4
C3
C2
C1
C0
D7

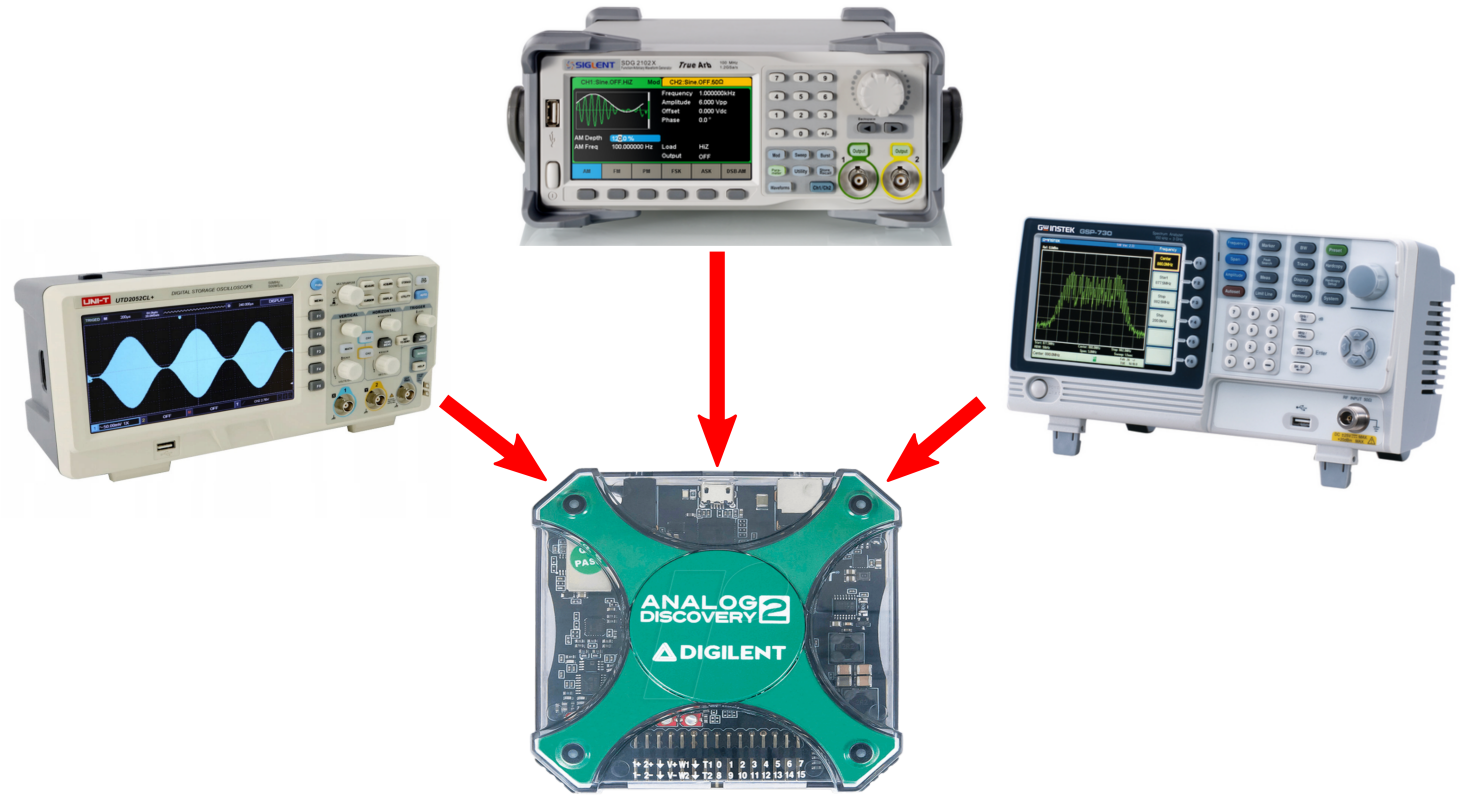
Wnioski po I semestrze

- Studenci przedmiotu EwEF dobrze radzili sobie w przygotowywaniu symulacji w *Multisim*
  ... ale głównie dlatego, że **mieli oni doświadczenie** jak budować układy na *NI ELVIS II* oraz znali już *Multisim*.
- Studenci przedmiotu PSM zaznajomili się z podstawami programowania mikrokontrolerów AVR ATmega32
  ...lecz nie mogli w pełni opanowanować programowania mikrokontrolerów z powodu **ograniczeń symulatora**! Ograniczenia były tak duże, że zajęcia były **kontynuowane** w kolejnym semestrze.

Źródło obrazka: `https://www.dragonspears.com/blog/how-to-recognize-the-need-for-process-improvement`

Semestr zimowy 2020

- Jak zapewnić studentom możliwość nauki elektroniki korzystając z realnego sprzętu?
- Jak zminimalizować Laboratorium Elektroniki do małej skrzynki z komponentami?



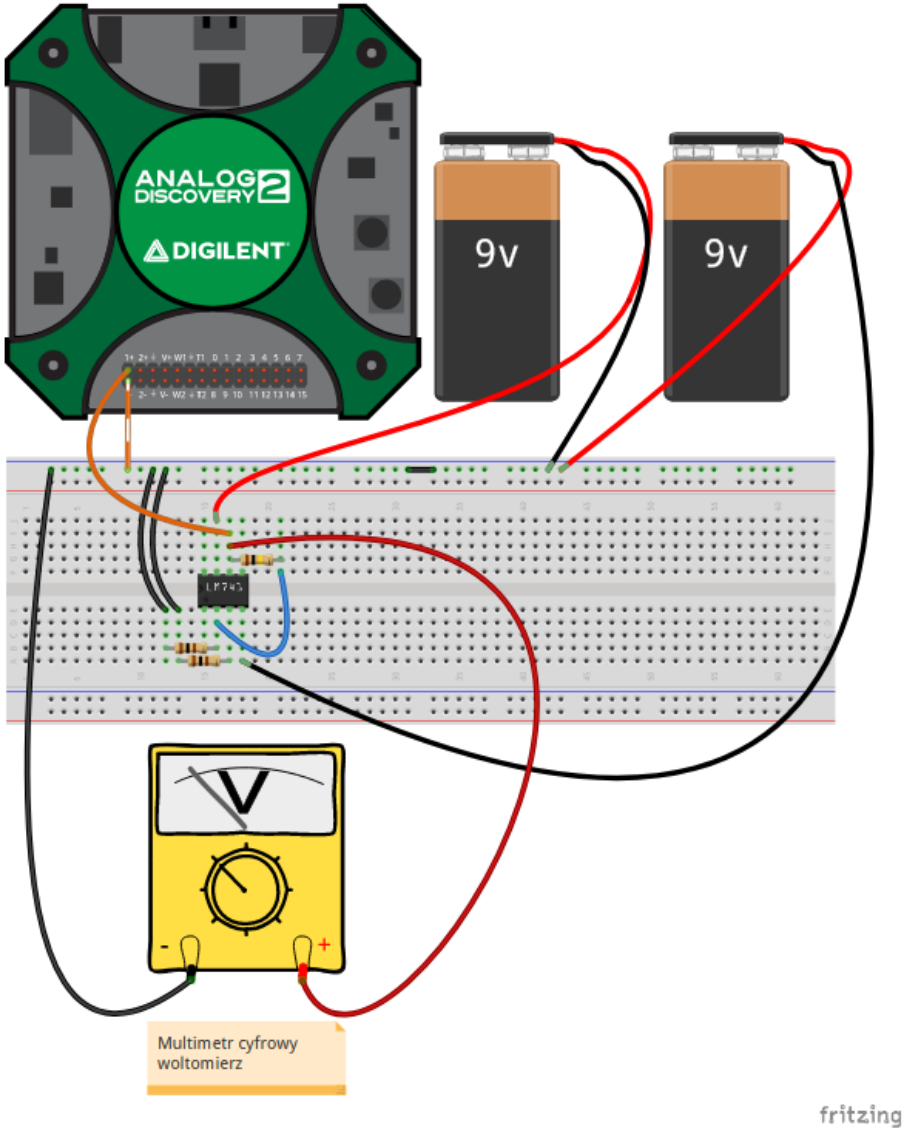
Semestr zimowy 2020

Studenci otrzymywali do domu wypożyczone zestawy edukacyjne, w których skład wchodziły:

- Analog Discovery 2, 2x multimetr, amperomierz,
- zestawy rezystorów, dławików oraz kondensatorów elektrolitycznych i monolitycznych,
- zestaw półprzewodników, potencjometrów oraz układów analogowych, zestaw wzmacniacz operacyjnych,
- diody germanowe, fotodiody, diody nadawcze,
- oraz elementy niezbędne do budowy układów (płytka stykowa, przewody, itd.).

Realizacja zajęć z zestawami edukacyjnymi

- Zajęcia odbywały się przez platformę MS Teams. Prowadzący miał podłączoną kamerę i pokazywał na niej jak podłączyć układ.
- Studenci równolegle budowali układy na swoich płytkach w domu posiłkując się schematem w ***Fritzing*** oraz widokiem z kamery.
- Następnie pokazywano jak wykonać pomiary interesujących wielkości korzystając z oprogramowania ***Digilent Waveforms***.



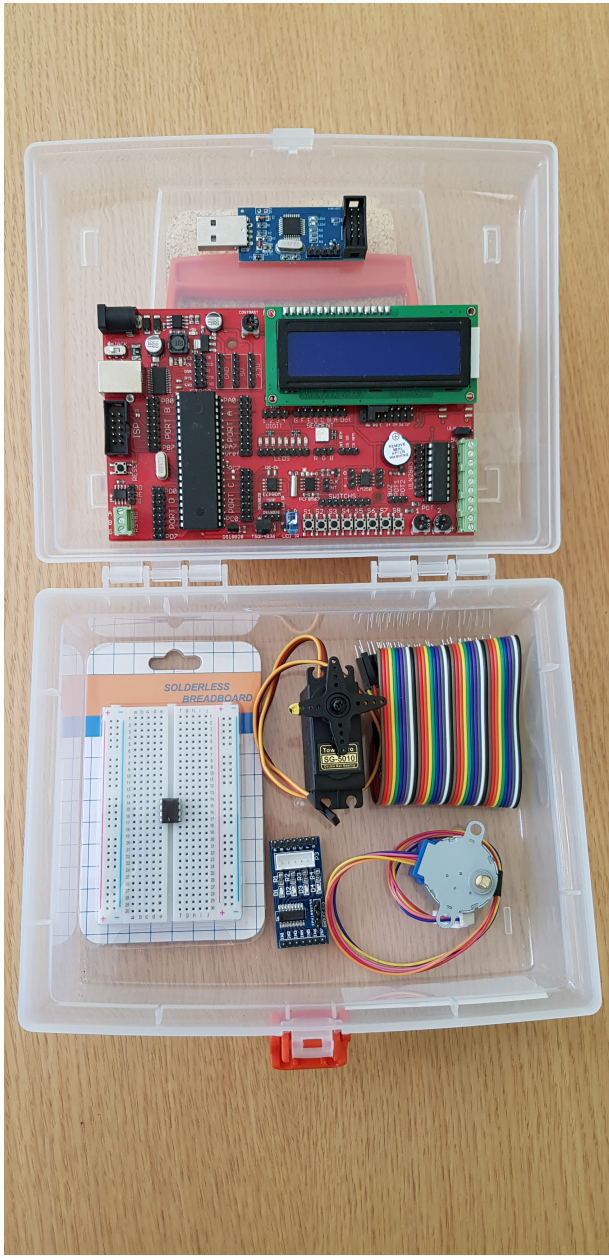
Digilent Waveforms

Semestr zimowy 2020 - nauczanie mikrokontrolerów

Studenci otrzymywali zestawy edukacyjne, które obejmowały:

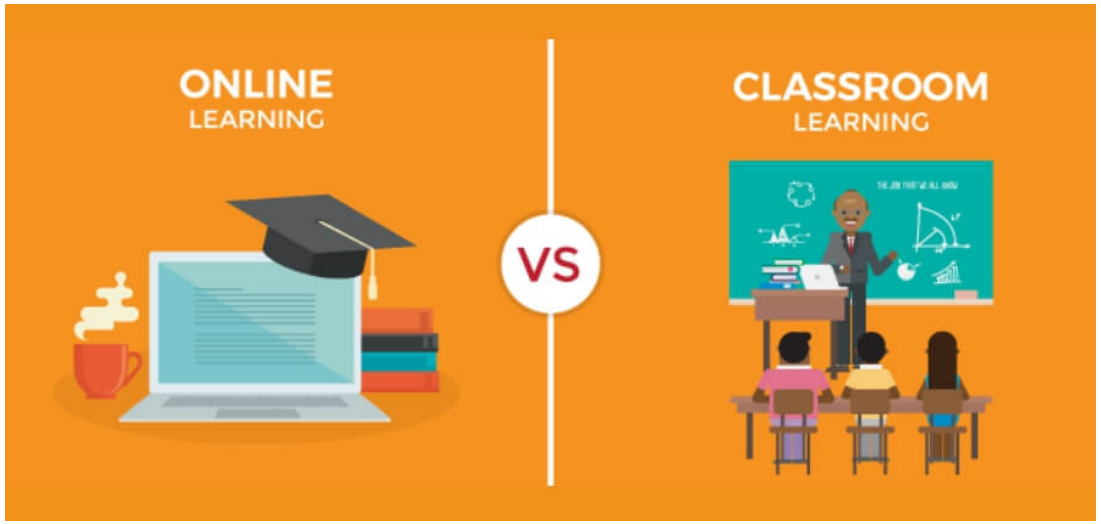
- zestaw uruchomieniowy EvB 5.1 z procesorem AVR ATMega32 i programatorem USBasp,
- płytka stykowa z przetwornikiem MCP3202-CI/P,
- silnik krokowy ze sterownikiem ULN2003,
- servo SG5010,
- karta pamięci microSD,
- przewody połączeniowe M-M, M-F, F-F.

Zajęcia były prowadzone w podobny sposób jak z elektroniki. Z tą różnicą, że studenci kamerkami pokazywali swoje rezultaty.



Wnioski po II semestrze

- Studenci opanowali *Podstawy elektroniki* na **porównywalnym** poziomie jak studenci uczący się stacjonarnie.
- Zainteresowani studenci mogli pogłębiać swoją wiedzę samodzielnie po zajęciach gdyż **posiadali sprzęt i niezbędne elementy w domu!**
- Powolniejsi studenci mogli dokończyć realizację zadań po zajęciach laboratoryjnych.
- Studenci nabyli umiejętności programowania mikrokontrolerów.
- **Zaskakująco: ilość studentów wykonujących własne projekty na wyższą ocenę drastycznie wzrosła!**



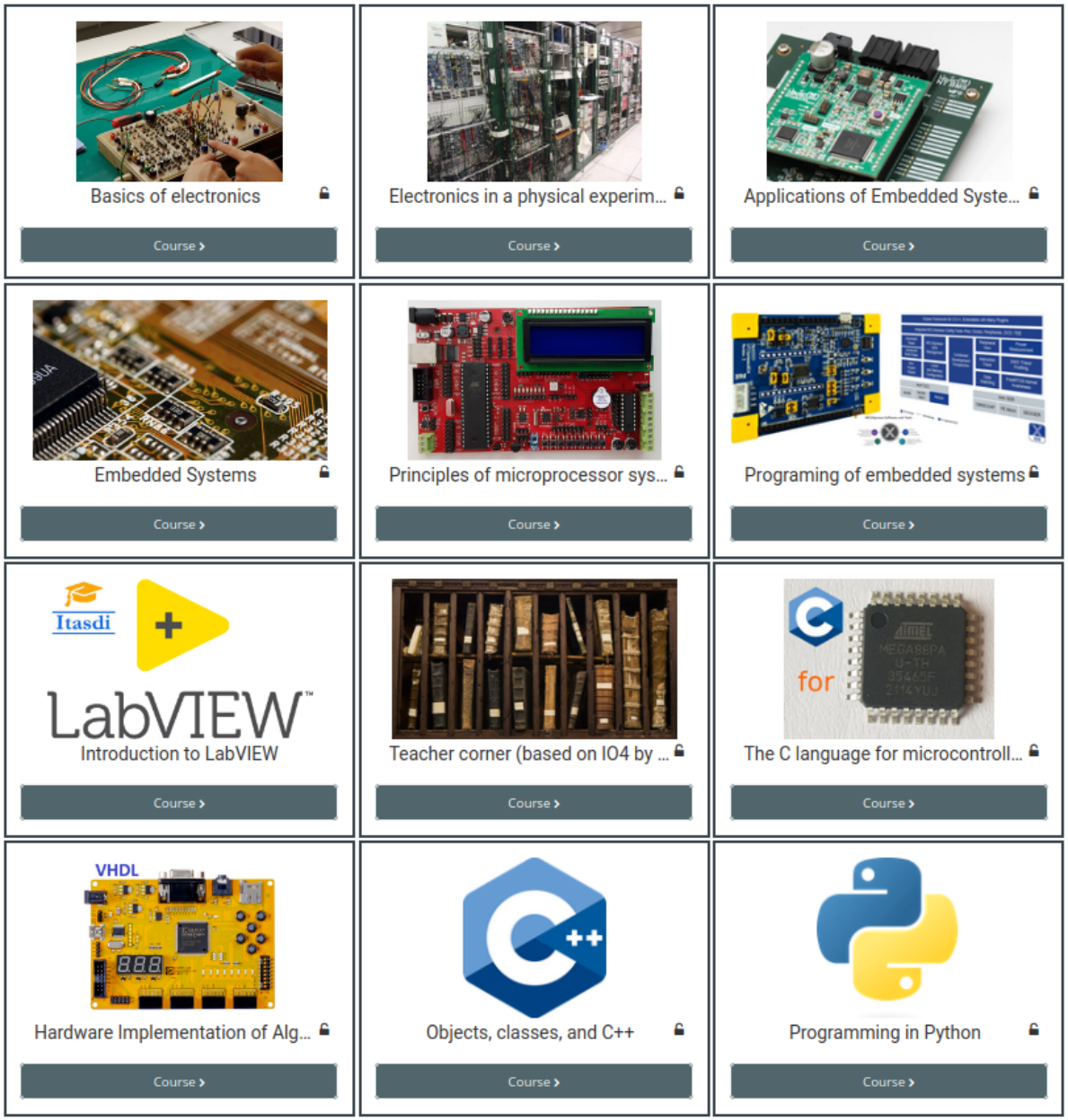
Źródło obrazka: `https://theeducationview.com/e-learning-v-s-traditional-learning-pros-and-cons/`

PROJEKT ENGINE

Konieczność modyfikacji materiałów edukacyjnych do potrzeb nauczania zdalnego spowodowała narodzenie się pomysłu na nowy projekt: **ENGINE** (KA226 Erasmus+ 2020-1-PL01-KA226-HE-095653), który koncentruje się na:

- dostosowaniu materiałów przeznaczonych do nauczania przedmiotów technicznych (elektroniki, mikrokontrolerów, programowania) w taki sposób, aby spełniały one potrzeby edukacji zdalnej.
- stworzenie przewodnika wspierającego nauczycieli akademickich w przygotowywaniu zajęć on-line w innowacyjny sposób.

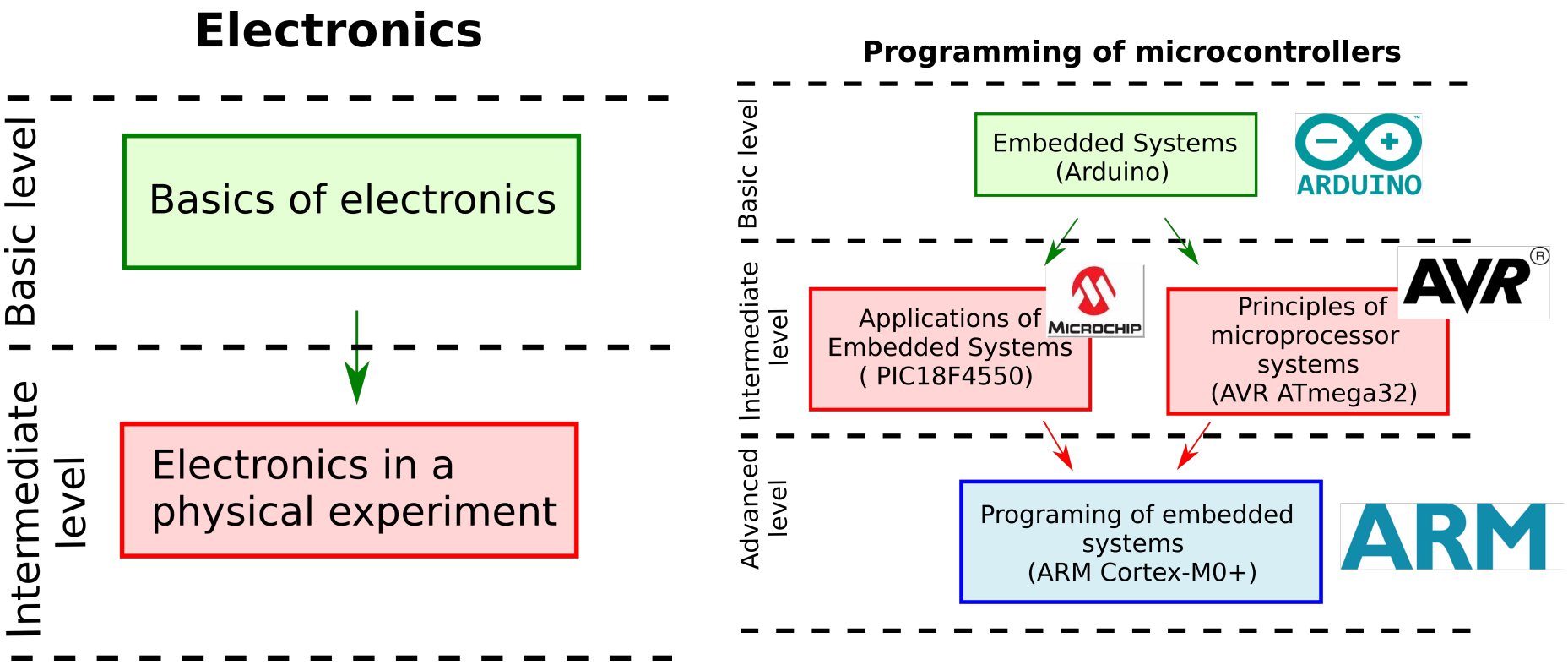
Platforma Moodle



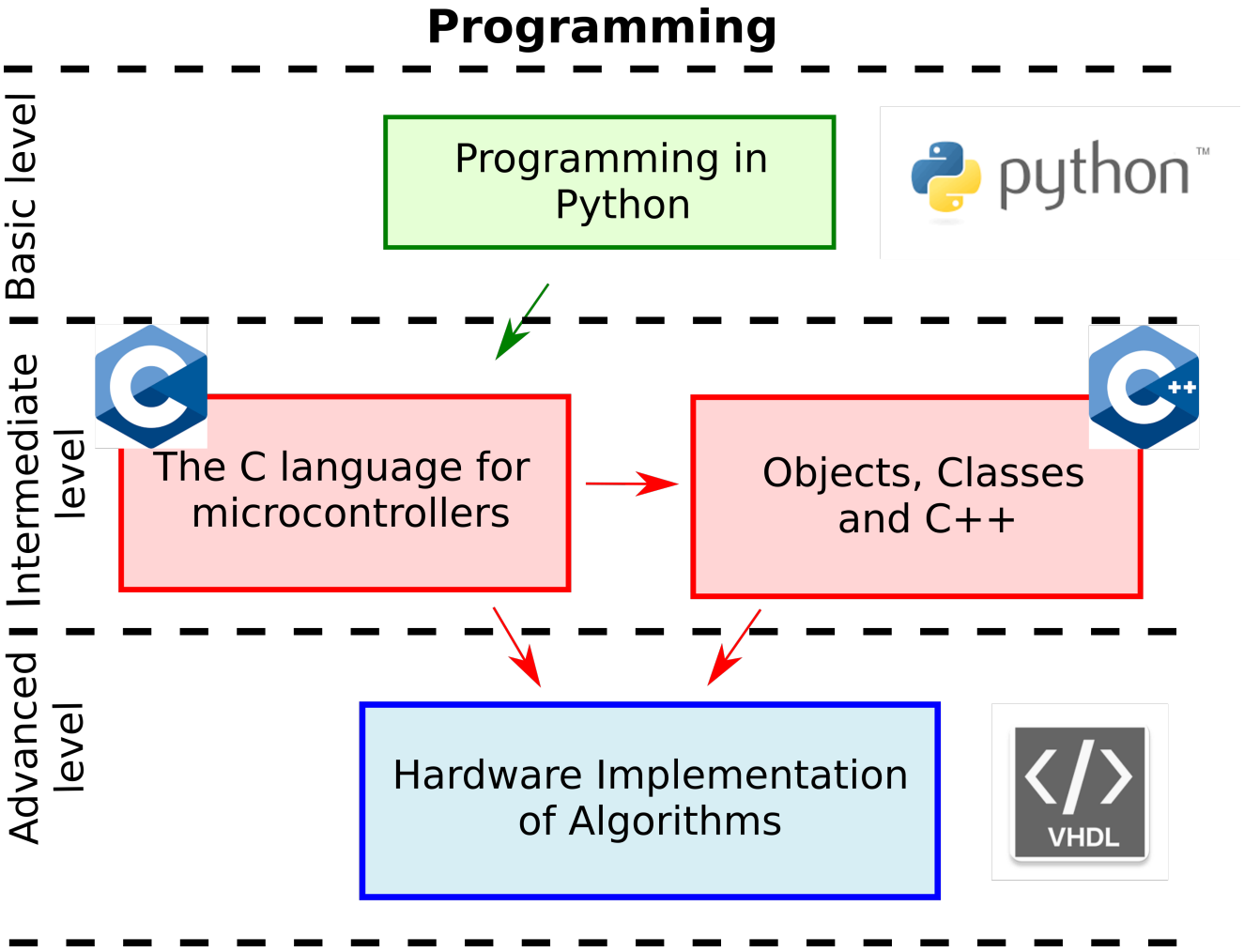
W ramach projektu stworzono platformę Moodle https://study.engined.eu/ na której umieszczono kursy podzielone na trzy kategorie:

- elektronika,
- mikrokontrolery,
- programowanie pod kątem sprzętowym.

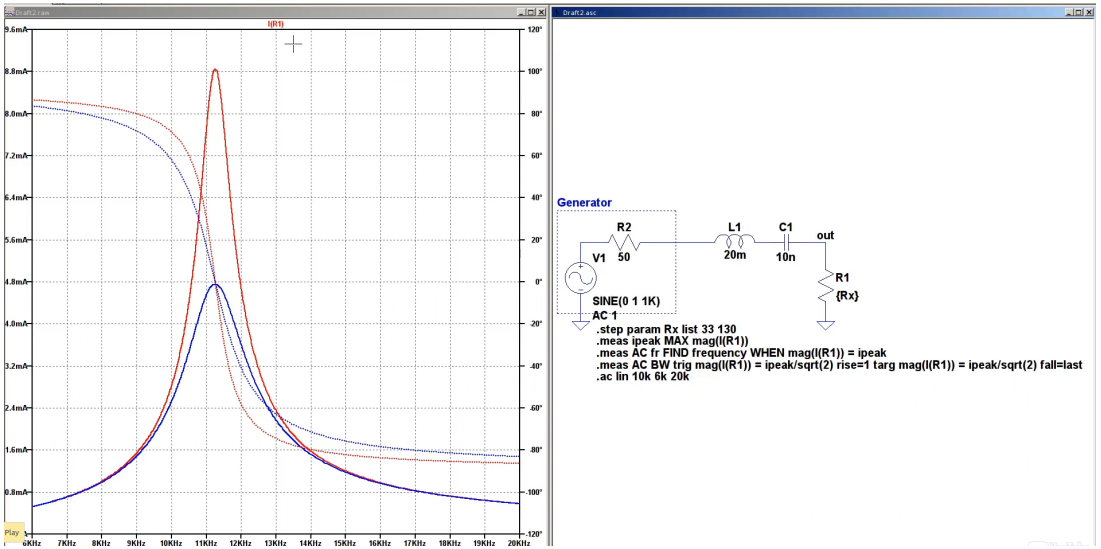
Kursy

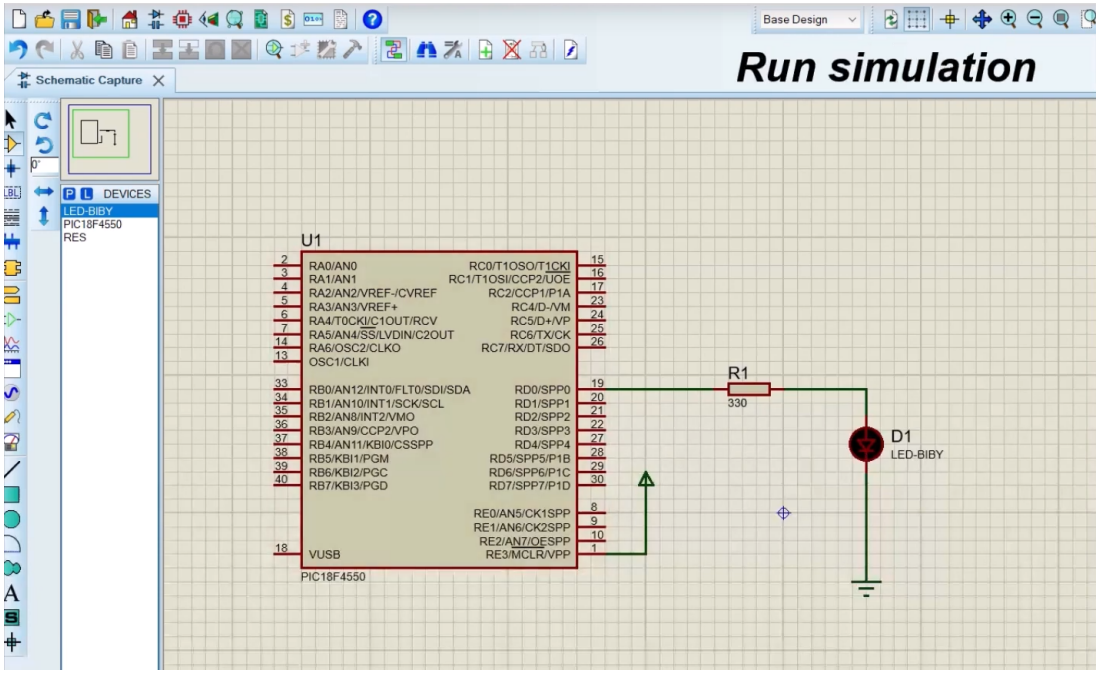

Electronics
Basic level
Basics of electronics
Intermediate level
Electronics in a physical experiment
Programming of microcontrollers
Basic level
Embedded Systems (Arduino)
ARDUINO
Intermediate level
Applications of Embedded Systems (PIC18F4550)
MICROCHIP
Principles of microprocessor systems (AVR ATmega32)
AVR
Advanced level
Programing of embedded systems (ARM Cortex-M0+)
ARM

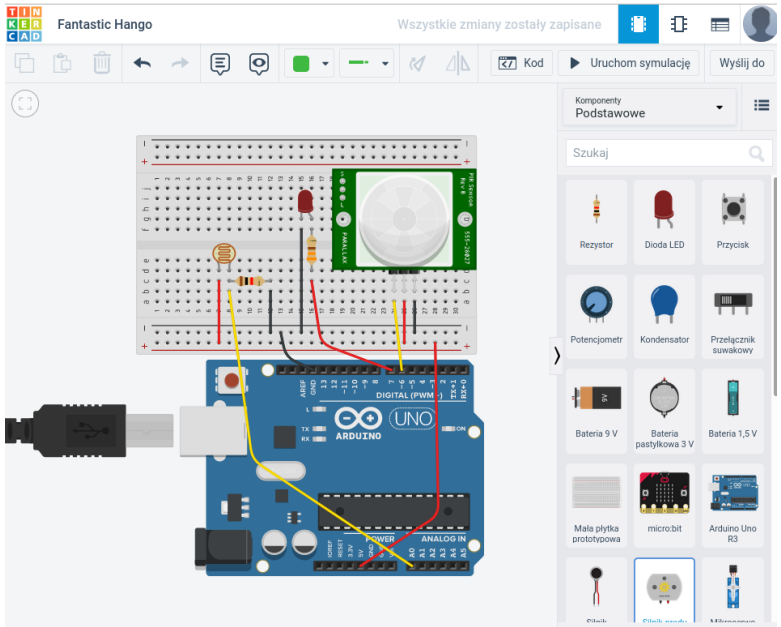
Kursy

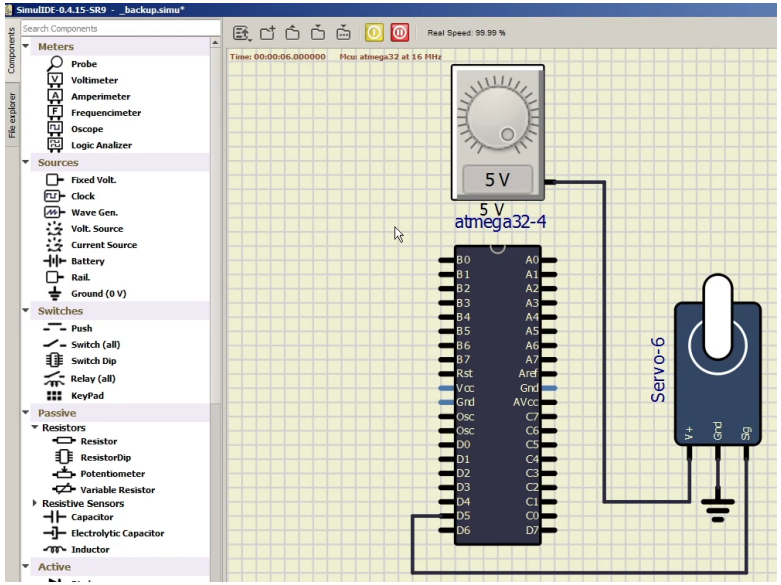

Programming
Basic level
Programming in Python
python
Intermediate level
The C language for microcontrollers
Objects, Classes and C++
Advanced level
Hardware Implementation of Algorithms
VHDL

Środowiska symulacyjne









Google Colab Research

L0 - Introduction.ipynb

Plik Edytuj Widok Wstaw Środowisko wykonawcze Narzędzia Pomoc Nie można zapisać zmian

+ Kod + Tekst Skopiuj na Dysk

Array and std::vectors

As you know so far, the array size in C is fixed. You must need in advance the size. The standard library of C++ defines instead a particular kind of object called std::vector that are basically automatically re-sizeable vectors. Let's see an example.

```
%%writefile example_L0-00.cpp

#include <iostream>
#include <vector>

int main(void){

//Declarations and initializations
  int a[] = {1,2,3,4};
  std::vector<int> b = {1,2,3,4};

  printf("Array at 0 = %d \n",a[0]);
  printf("Vector at 0 = %d \n",b[0]);


}
```

```
Writing example_L0-00.cpp
```

```
%%shell
g++ example_L0-00.cpp -o example
./example
```

```
Array at 0 = 1
Vector at 0 = 1
```

Podsumowanie

- Studenci uzyskują najlepsze rezultaty przyswajania wiedzy inżynierskiej (elektronika, mikrokontrolery) gdy mają realny kontakt ze sprzętem.
- Zajęcia zdalne są najefektywniejsze z wykorzystaniem wypożyczonych zestawów edukacyjnych. Układy takie jak Analog Discovery II zastępują laboratoryjne przyrządy takie jak oscyloskopy, generatory itd.
- Studenci mając sprzęt w domu chętniej angażują się w wykonanie własnych projektów!
- Pandemia przyczyniła się do powstania projektu ENGINE, w ramach którego opracowano wspólną platformę on-line z darmowymi kursami z zakresu elektroniki, mikrokontrolerów i programowania do wykorzystania dla wszystkich chętnych uniwersytetów i studentów.

Dziękuję za uwagę!