

# Programowanie sprzętu w laboratorium fotoniki

Paweł Gliwny

Instytut Fizyki  
Politechnika Łódzka

2017

„Mówca powinien wyczerpać temat, ale w żadnym razie nie powinien wyczerpać publiczności” —  
Winston Churchill

# Plan

1. Cel pracy.
2. Układ pomiarowy.
3. Eksperyment.

# Cel pracy

# Cel pracy

- ▶ Stworzenie programu do wykonywania charakterystyk laserów półprzewodnikowych.
- ▶ Wykonanie przykładowej charakterystyki

# Układ pomiarowy.

## Układ pomiarowy

- Zasilacza diód laserowych firmy Thorlabs model LDC4005



- Miernik mocy firmy Thorlabs model PM100



# Programowane urządzenia pomiarowe

Electronic test equipment — są używane w celu przechwytywania sygnałów oraz podawanie ich do sprzętu



# Komunikacja z urządzeniami

- ▶ SCPI (ang. Standard Commands for Programmable Instruments) — język komend do urządzeń pomiarowych.
- ▶ Wywołania systemowe (ang. System call)

SCPI + Wywołania systemowe = komunikacja z sprzętem laboratoryjnym

# SCPI — Standard Commands for Programmable Instruments

Standardowe polecenia programowanych urządzeń jest to standard komunikacji

- ▶ z urządzeniami pomiarowymi (oscylloskop, miernik mocy).
- ▶ z urządzeniami laboratoryjnymi (zasilacz)

# SCPI — przykłady

- ▶ Komendy uniwersalne dla każdego urządzenia:
  - ▶ `*rst` — wyzerowanie urządzenia.
  - ▶ `*idn?` — zapytanie o identyfikator.
- ▶ Komendy specyficzny dla danego urządzenia:
  - ▶ `SOURce : CURRent : LEVel : AMPLitude 0.01`

# Wywołania systemowe

Interfejs pomiędzy programem użytkownika a jądrem Linux.

- ▶ `open.`
- ▶ `write.`
- ▶ `read.`
- ▶ `close.`

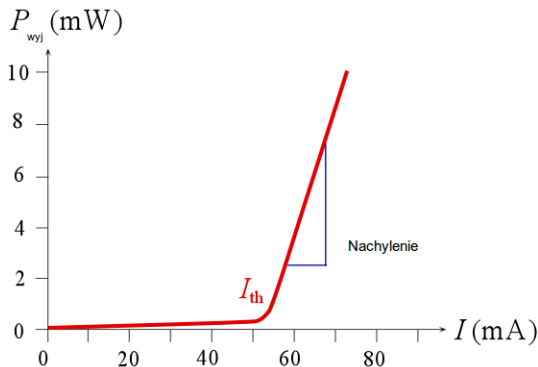
## Przykładowy program

```
1 import os
2 class IODevice:
3     def __init__(self, path_to_device):
4         self.path_to_device = path_to_device
5         self.file_descriptor = os.open(path_to_device ,
os.O_RDWR | O_NOCITY)
6
7     def write(self, command):
8         os.write(self.file_descriptor, command)
9
10    def read(self, length=4000):
11        return os.read(self.file_descriptor, length)
12
13    def close(self):
14        os.close(self.file_descriptor)
15
16 device = IODevice("/dev/usbtlmc0")
17 device.write("*IDN?")
18 print(device.read())
```

# Eksperyment

## Teoria — prąd progowy

Prąd progowy (z ang. *threshold current*) określa wartość prądu przy którym zaczyna zachodzić akcja laserowa czyli rośnie gwałtownie natężenie promieniowania i maleje szerokość linii emisyjnej.



## Prąd progowy zależność od temperatury

$$I_{th} = I_0 \exp\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

$$\ln(I_{th}) = \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + \ln(I_0)$$

$$y = a \cdot x + b$$

$$a = \frac{1}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{1}{a}$$

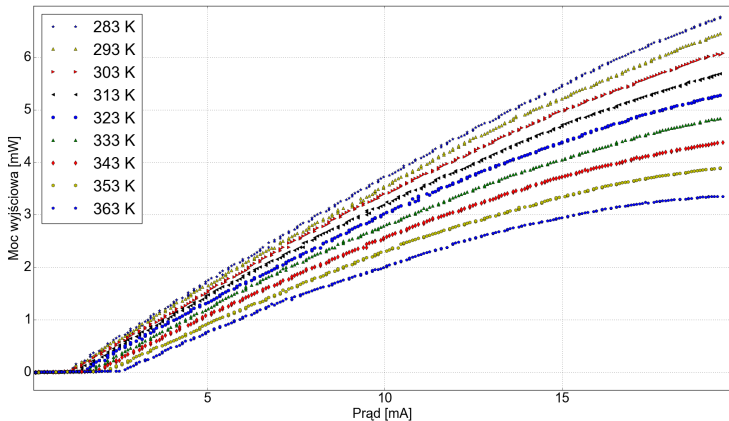
$$b = \ln(I_0) \Rightarrow I_0 = e^b$$

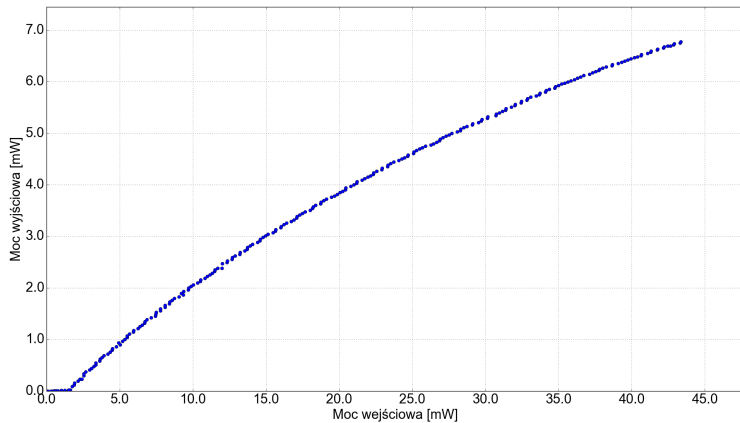


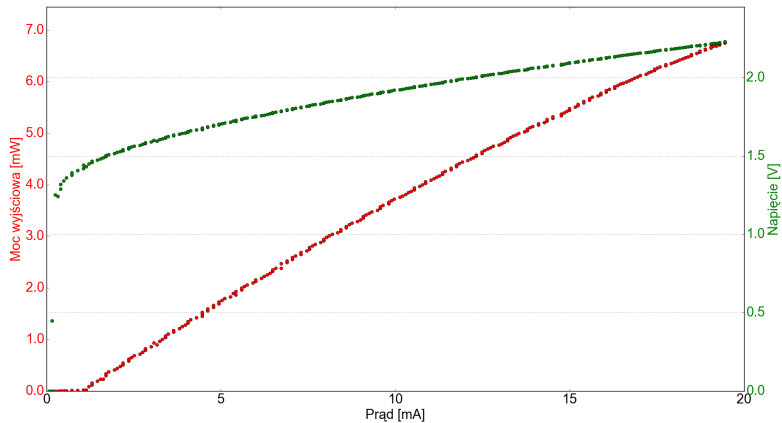
# Sprawność

- ▶ Moc wyjściowa — mierzymy na mierniku mocy.
- ▶ Moc wejściowa — iloczyn prądu  $I$  i napięcia  $U$ .

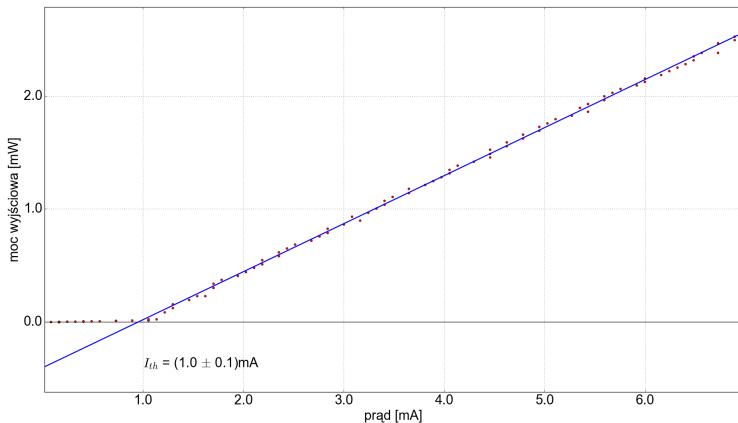
$$P_{in} = I \cdot U$$



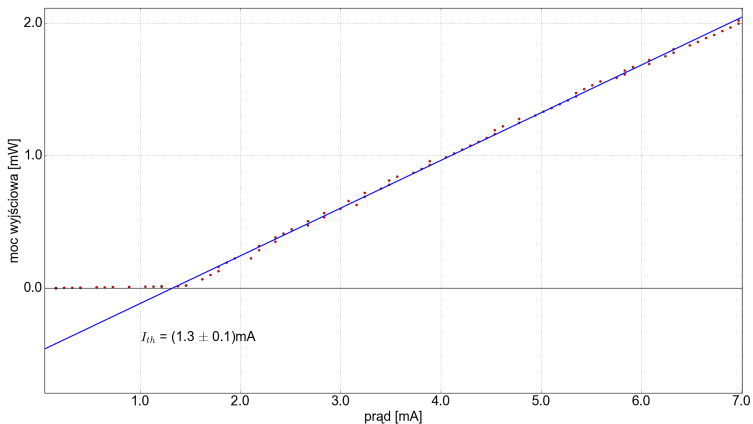




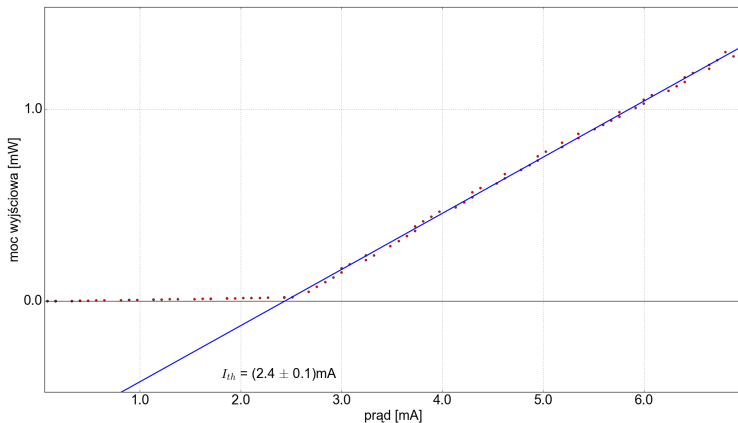
# Laser 980 nm w temperaturze 283 K

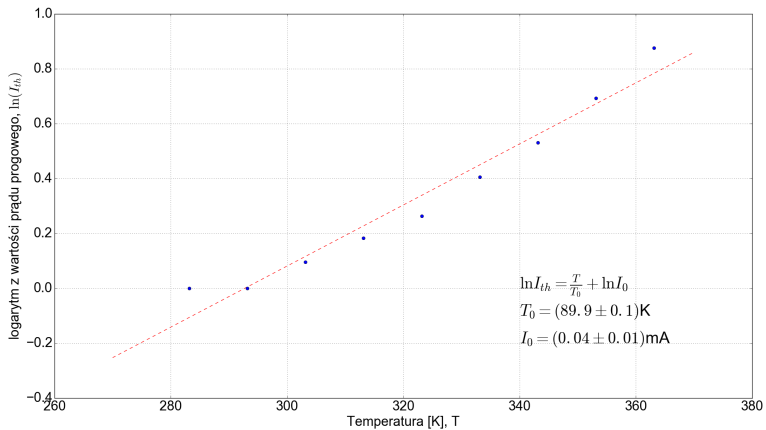


# Laser 980 nm w temperaturze 323 K



# Laser 980 nm w temperaturze 363 K





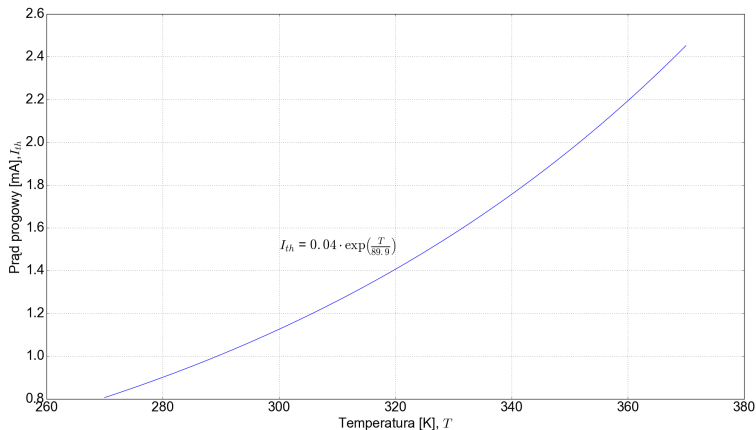


# Laser krawędziowy 980 nm

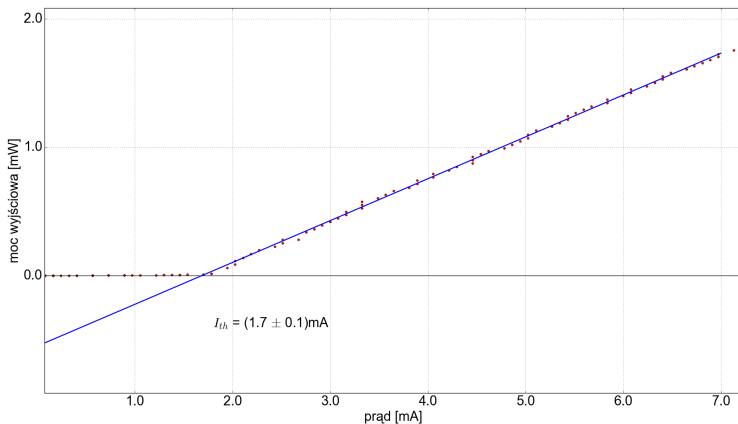
- ▶  $T_0 = (89.9 \pm 0.1) \text{ K}$
- ▶  $I_0 = (0.04 \pm 0.01) \text{ mA}$

$$I_{th} = 0.04 \exp\left(\frac{T}{89.9}\right)$$

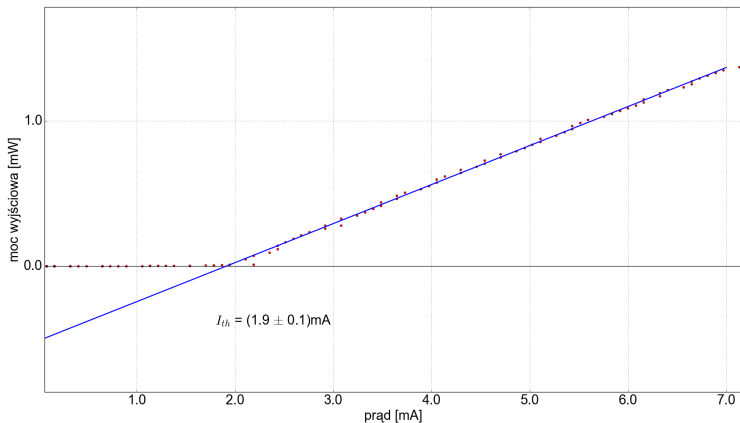
# Laser krawędziowy 980 nm



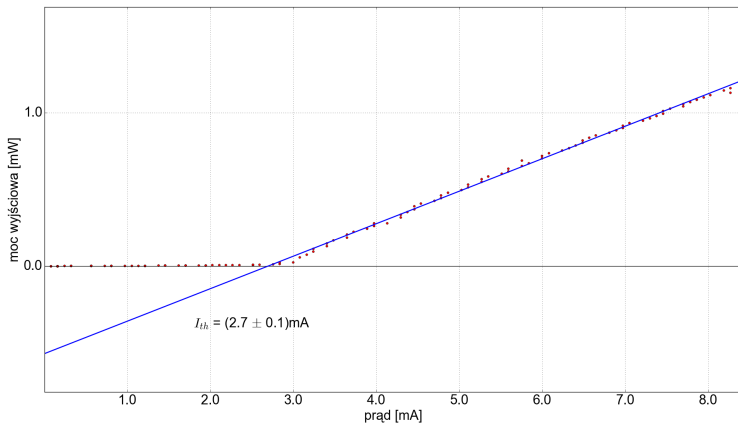
# Laser VCSEL 850 nm w temperaturze 283 K



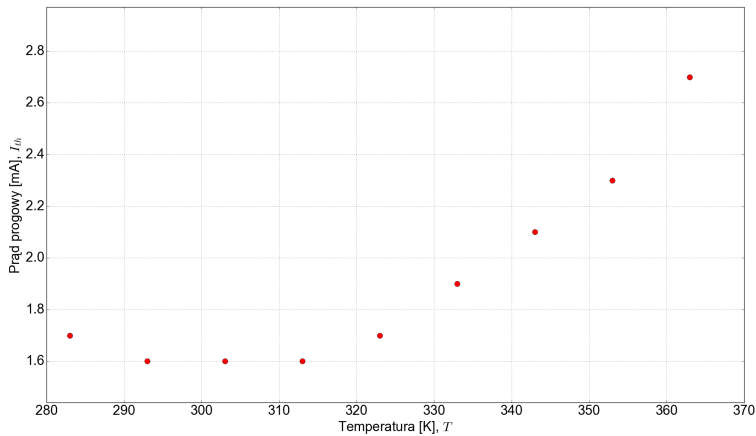
# Laser VCSEL 850 nm w temperaturze 333 K



# Laser VCSEL 850 nm w temperaturze 363 K



# Laser VCSEL 850



# Laser VCSEL 850

