

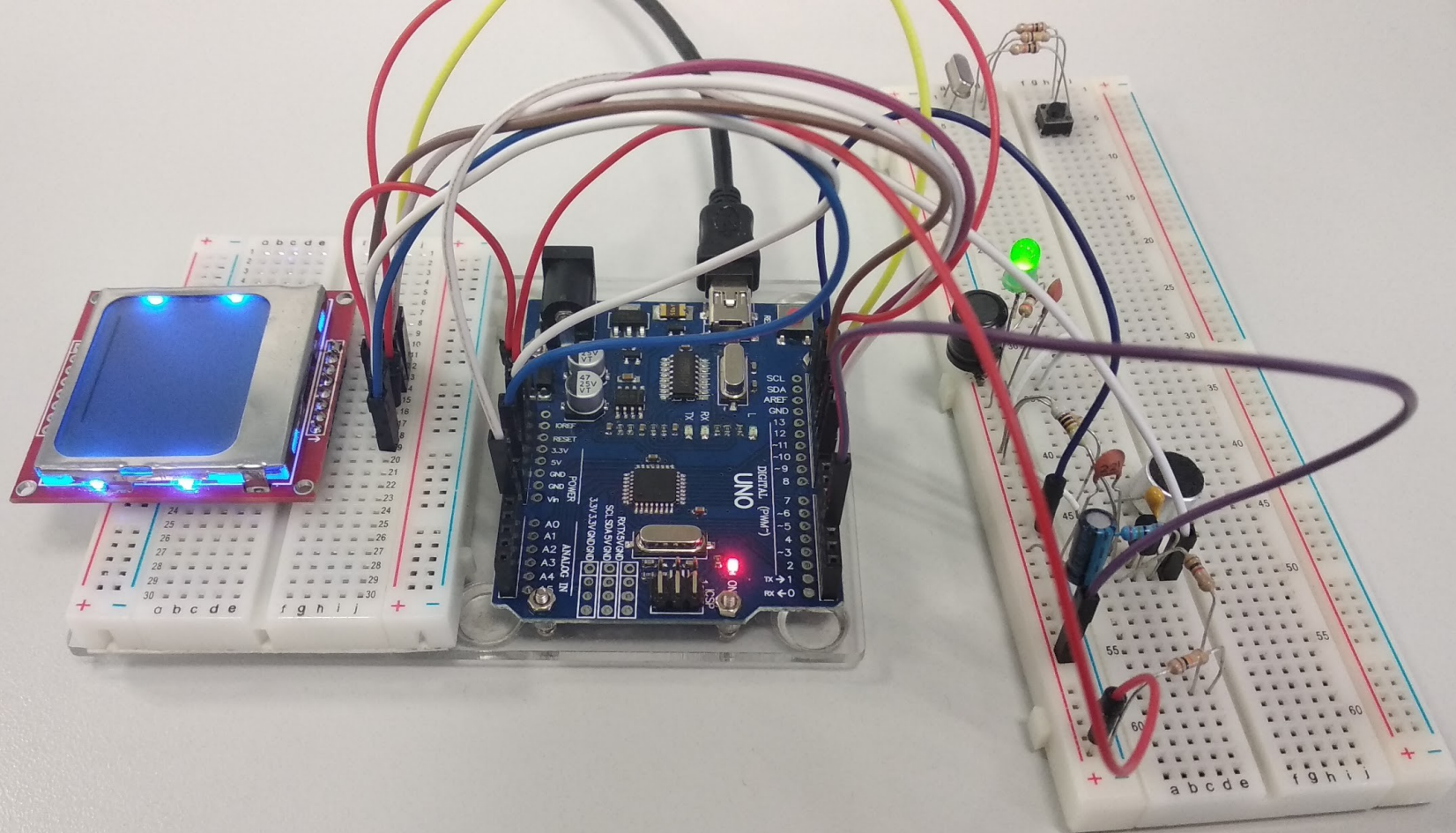
# Spektrální analyzátor

Autoři

Martin Krásal & Marek Raška

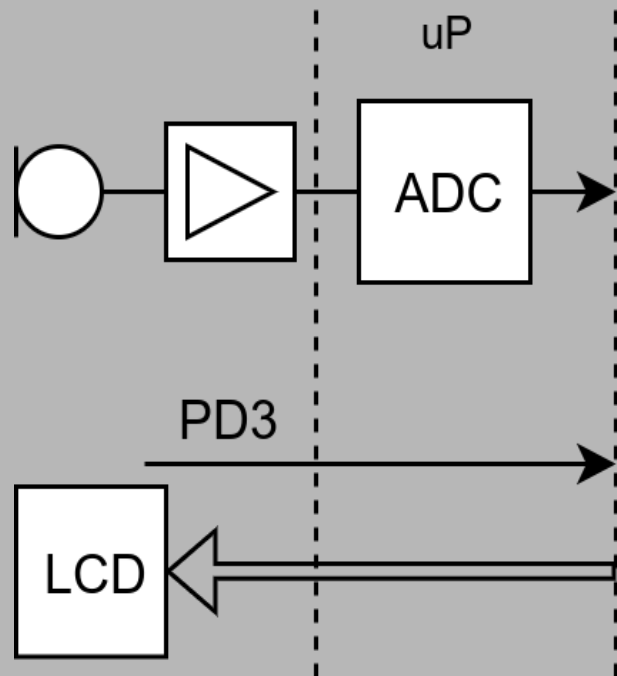
# Zadání a cíle

Navzorkovat vstupní audio signál, provést FFT a zobrazit výsledné amplitudové spektrum na Nokia 5110 displeji.

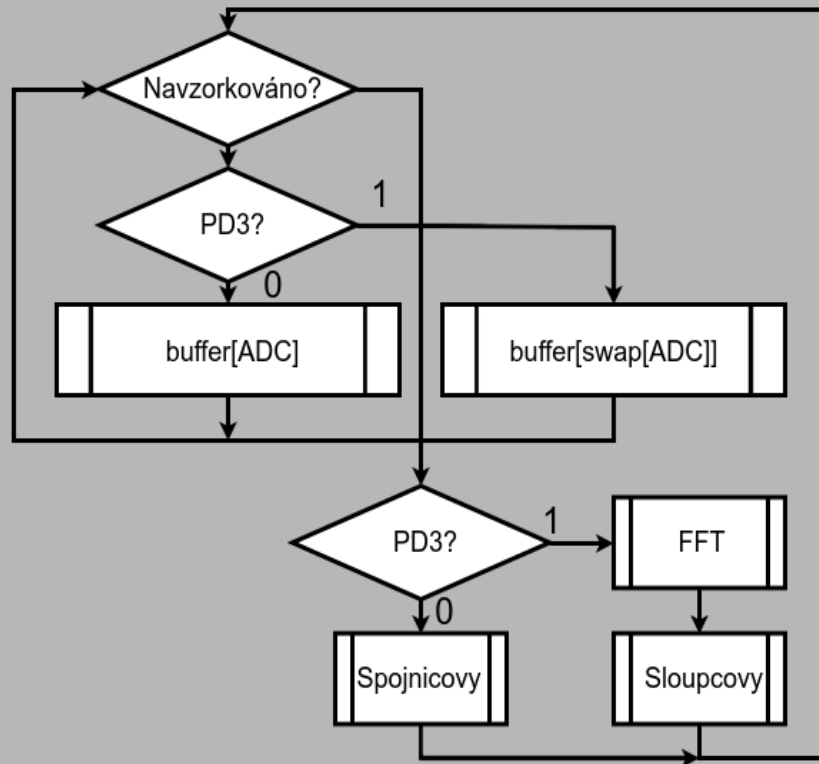


# Zesilovač pro elektretový mikrofon

Hardware

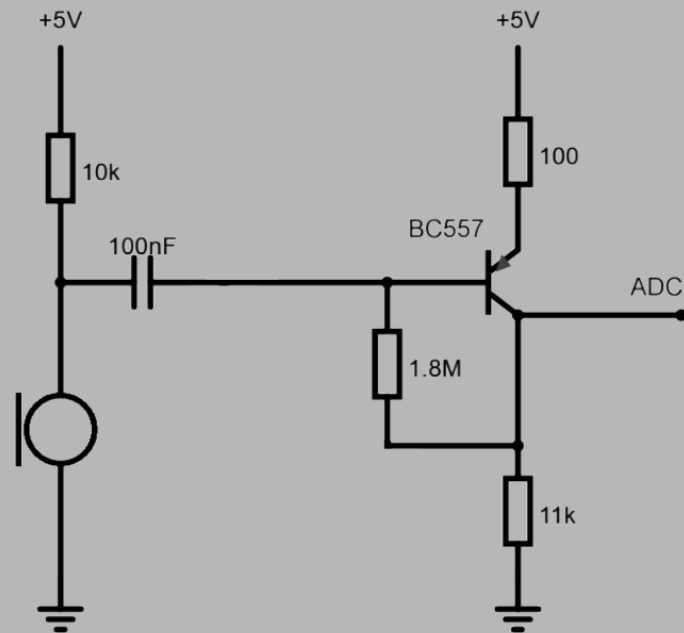


Software



# Zesilovač pro elektretový mikrofon

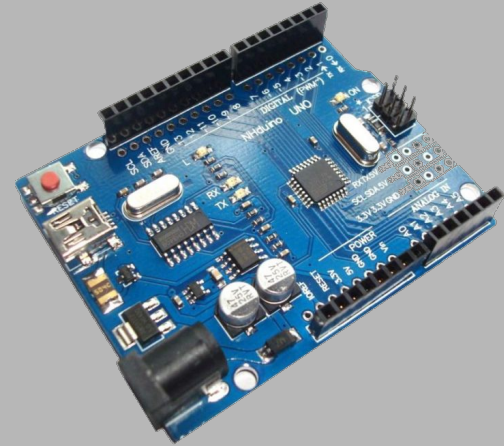
- Amplituda  $U_{pp}$  z elektretového mikrofону je přibližně 20 mV
- Jednotranzistorový zesilovač
- Signál je zesílen a posunut na polovinu napájecího napětí mikrokontroléru



# Zpracovávání audiozáznamu

- Signál ze zesilovače je pravidelně vzorkován
- Vzorky jsou postupně ukládány do paměti
- 10 bit ADC má 1024 úrovní, my používáme jen 5 bit - 32 úrovní, posledních 5 LSB zahazujeme

$$\frac{31}{5} = \frac{ADC \text{ Reading}}{Analog \text{ Voltage Measured}}$$



# FFT - Rychlá Fourierova transformace

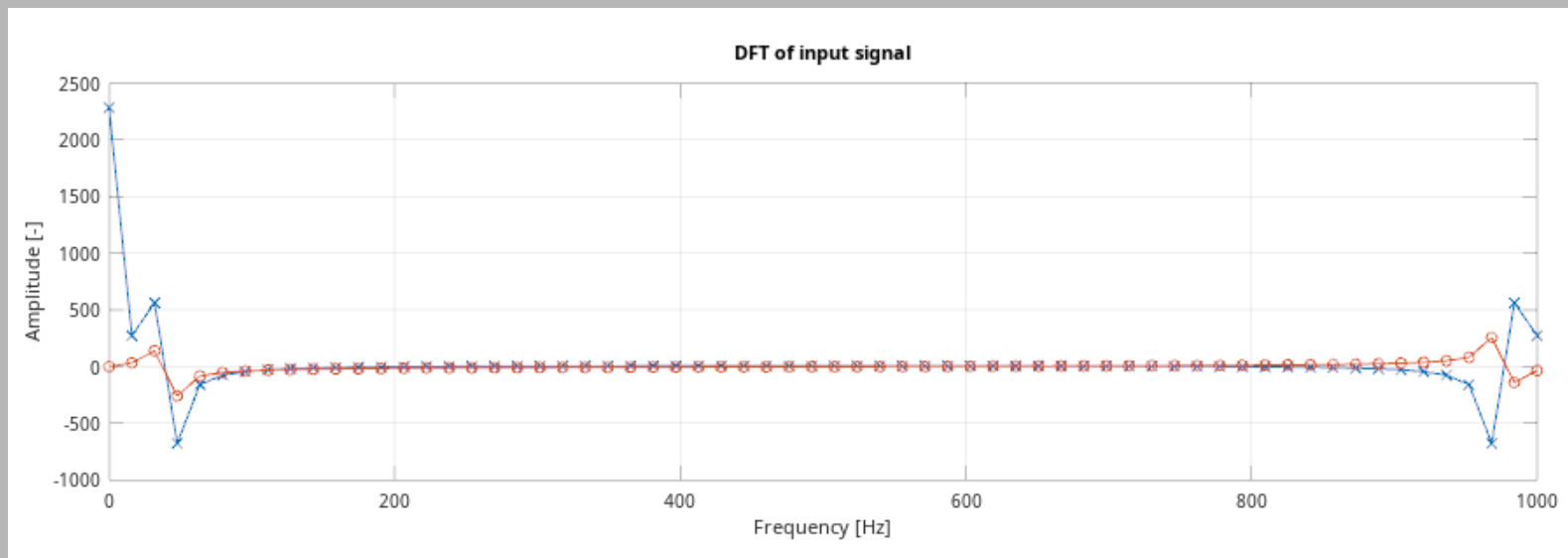
Fourierova transformace:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-i\omega t} dt$$

Diskrétní Fourierova transformace

$$\begin{aligned} X(k) &= \sum_{i=0}^{N-1} x(i) \cdot \ell^{-j \frac{2\pi i k}{N}} = \\ &= \sum_{i=0}^{N-1} x(i) \cdot \cos\left(\frac{2\pi i k}{N}\right) - j \cdot \sum_{i=0}^{N-1} x(i) \cdot \sin\left(\frac{2\pi i k}{N}\right) \end{aligned}$$

# FFT - Rychlá Fourierova transformace



Rozložení na sudé a liché prvky:

$$X(k) = \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2 \cdot i) \cdot \ell^{-j \frac{4\pi i k}{N}} + \ell^{-j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{N}} \cdot \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2 \cdot i + 1) \cdot \ell^{-j \frac{4\pi i k}{N}}$$

$$X\left(k + \frac{N}{2}\right) = \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2 \cdot i) \cdot \ell^{-j \frac{4\pi i k}{N}} - \ell^{-j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{N}} \cdot \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2 \cdot i + 1) \cdot \ell^{-j \frac{4\pi i k}{N}}$$

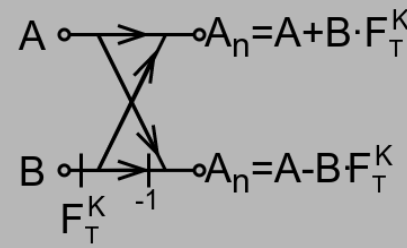
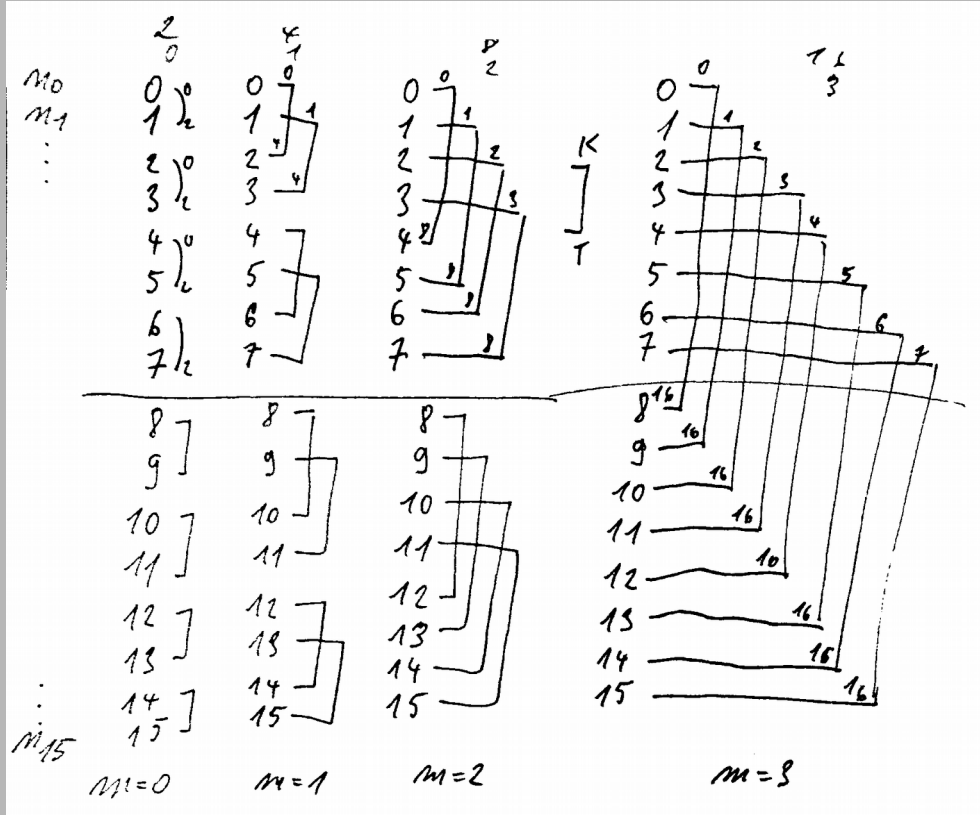


# FFT - Rychlá Fourierova transformace

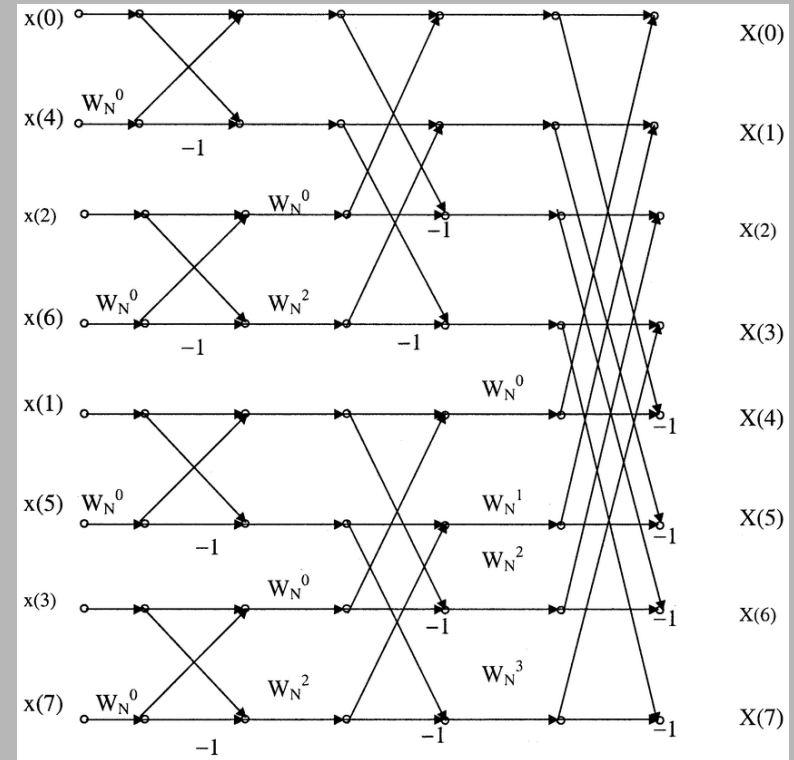
Původní pozice		Nová pozice	
HEX	DEC	HEX	DEC
0000	00	0000	00
0001	01	1000	08
0010	02	0100	04
0011	03	1100	12
0100	04	0010	02
0101	05	1010	10
0110	06	0110	06
0111	07	1110	14
1000	08	0001	01
1001	09	1001	09
1010	10	0101	05
1011	11	1101	13
1100	12	0011	03
1101	13	1011	11
1110	14	0111	07
1111	15	1111	15

```
martin@PC ~/Documents/Elektronika/Projekty/AtmelFFTonLCD
gcc main.c -o tablegen -lm
./tablegen
4
0, 8, 4, 12, 2, 10, 6, 14, 1, 9,
5, 13, 3, 11, 7, 15
```

# FFT - Rychlá Fourierova tr~

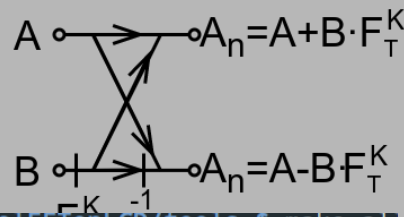


$$F_T^k = \ell^{-j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T}}$$



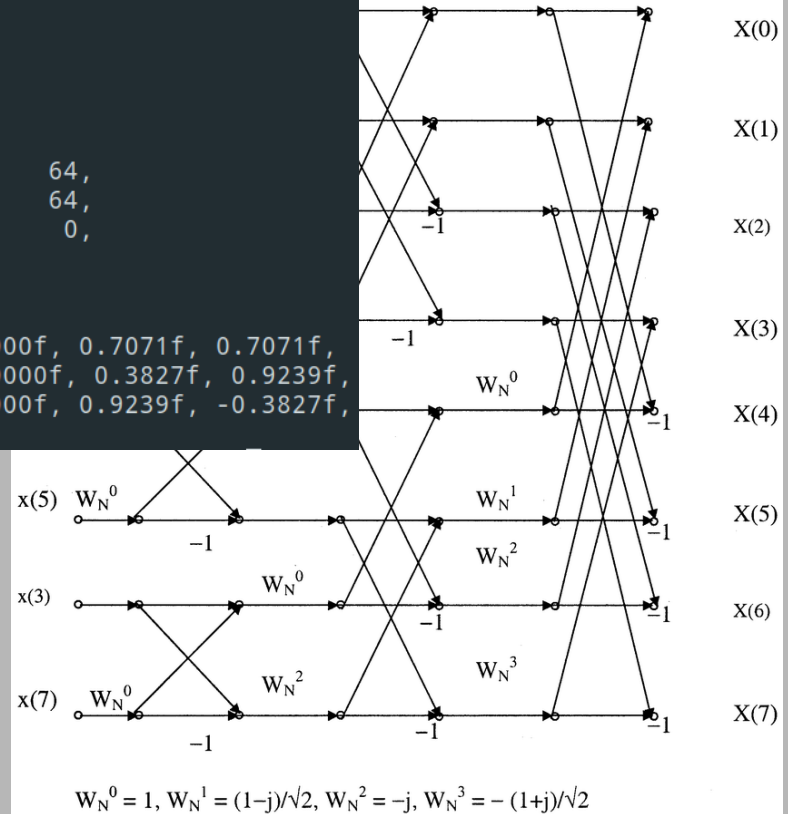
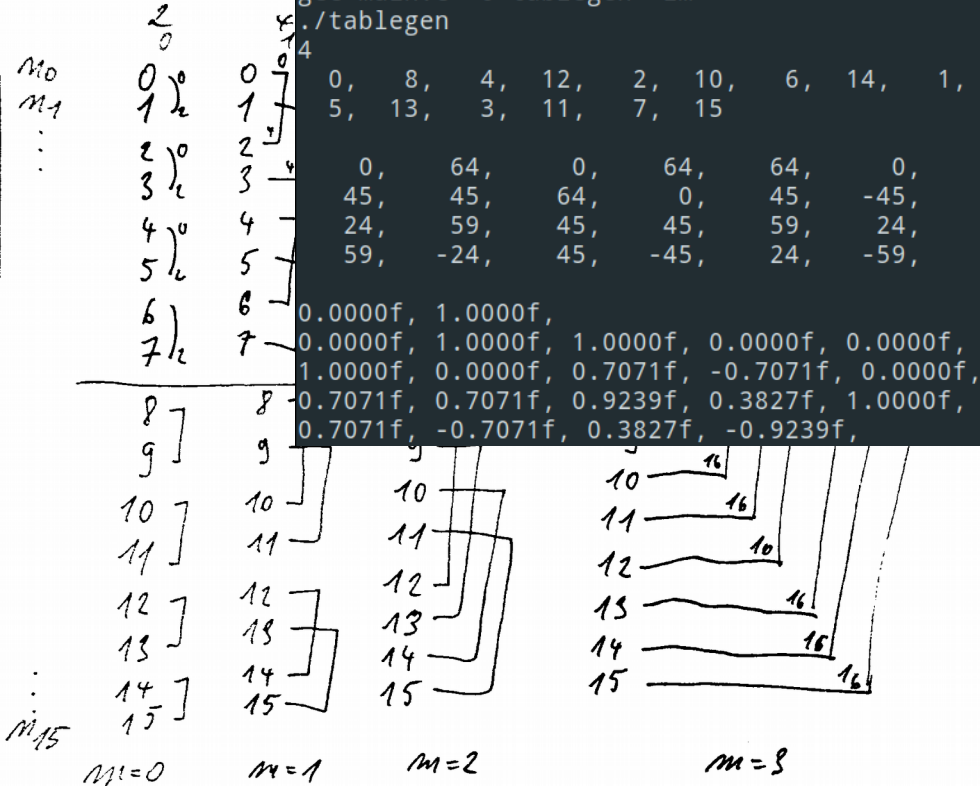
$$W_N^0 = 1, W_N^1 = (1-j)/\sqrt{2}, W_N^2 = -j, W_N^3 = -(1+j)/\sqrt{2}$$

# FFT - Rychlá Fourierova tr~



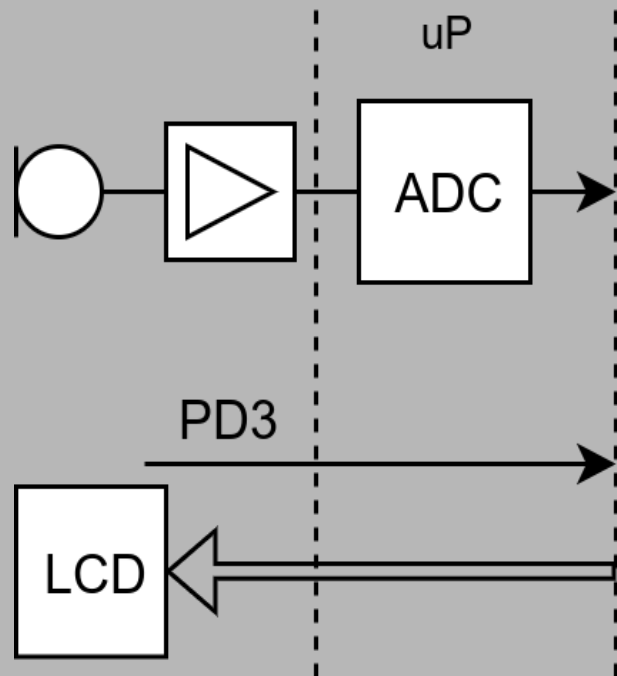
$$F_T^k = \ell^{-j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T}}$$

```
martin@PC ~/Documents/Elektronika/Projekty/AtmelFtFonLCD/tools $ make all
gcc main.c -o tablegen -lm
./tablegen
```

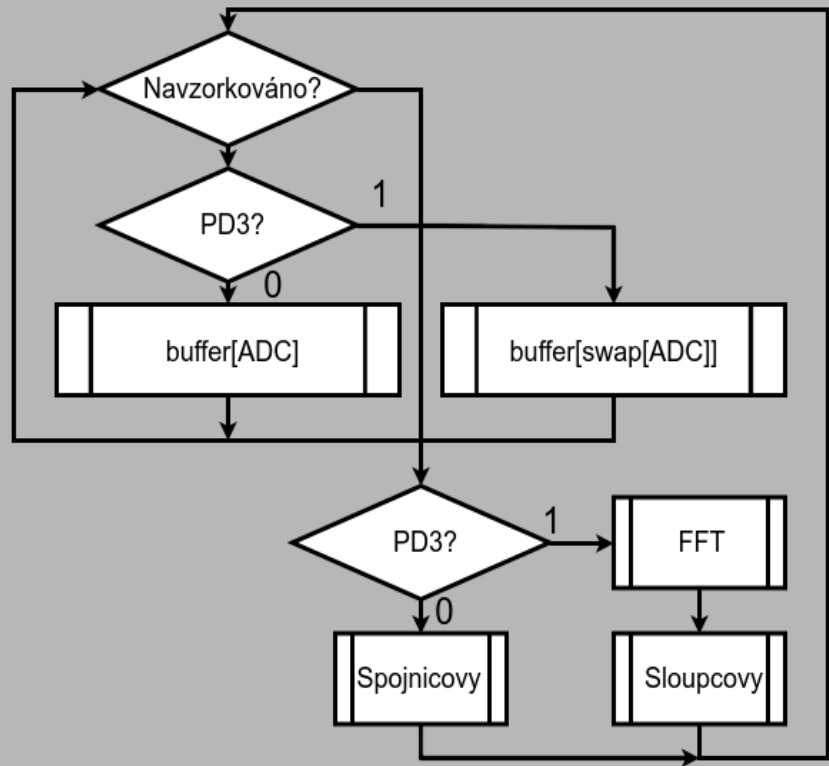


# FFT - Rychlá Fourierova transformace

Hardware



Software



# Nokia 5110

- SPI komunikace mezi Arduinem a displejem
- Vlastní knihovna pro vykreslování
- 84x48 pixelů

Struktura knihovny:

Grafy
LCD-Geom. tvary
LCD-com,dat
SPI lib
Avr libs
Hardware

