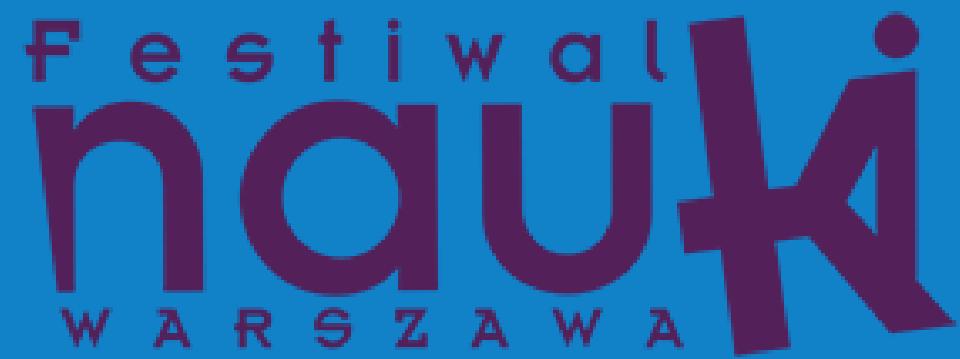


28.10.2022 @ 13:30

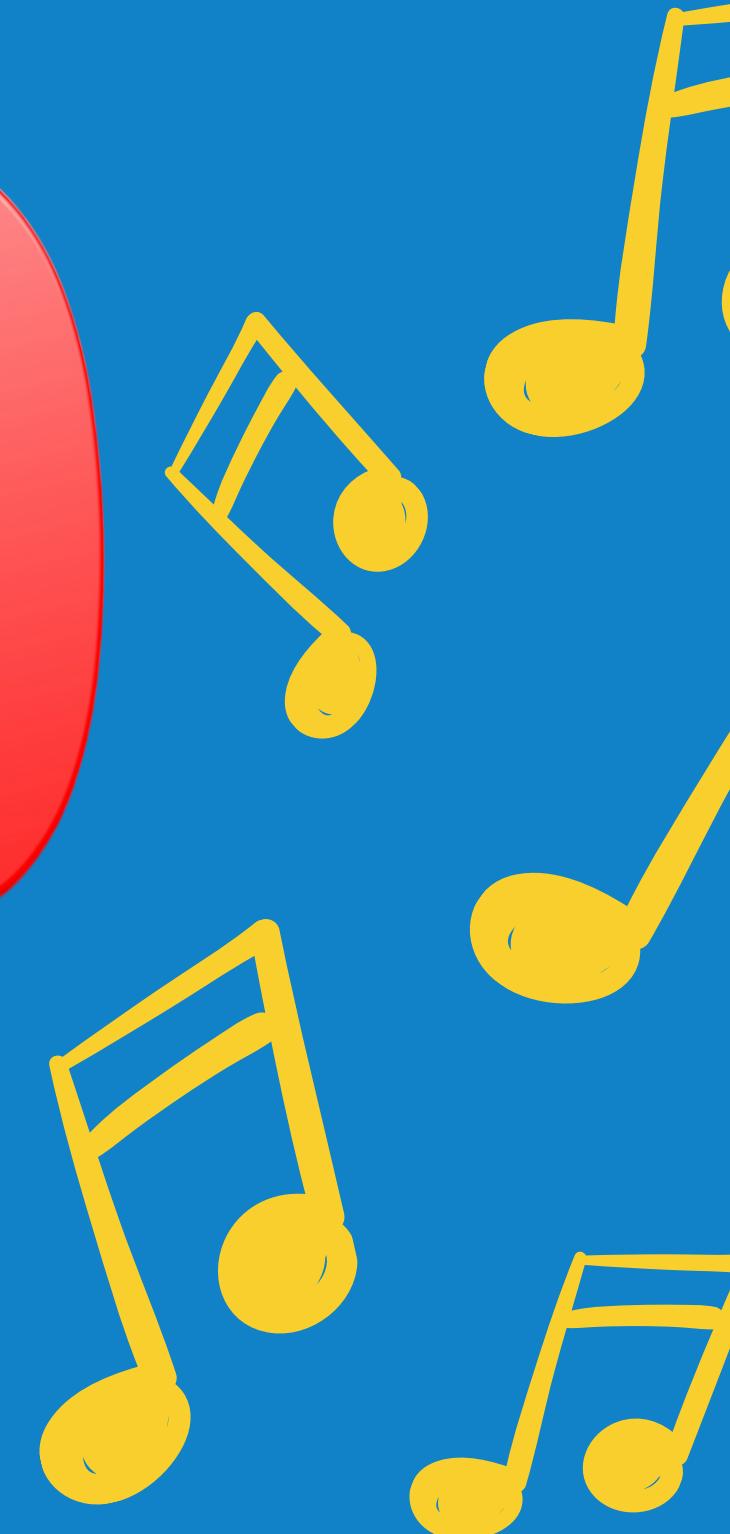
Synteza, syntezatory i muzyka elektroniczna

Autorzy: Marcin Lewandowski,
Hanna Smach, Jakub Rozbicki, Ziemowit Klimonda

Realizacja: Julia Lewandowska



10



PLAN



1. Powitanie!
2. Muzyka elektroniczna.
3. Sygnał, dźwięki, muzyka.
4. Synteza dźwięku i syntezatory.
5. Wizualizacja dźwięku.
6. QUIZ.

POKAZY



POWITANIE: O NAS



O Instytucie ▾ Jednostki badawcze ▾ Działalność naukowa ▾ Dołącz do nas! Oferta i usługi ▾

IPPT
PAN

Instytut Podstawowych
Problemów Techniki
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

LAB4US
| Ultradźwięki — Edukacja | Badania | Innowacje |

- 1953: powstanie IPPT PAN
 - 70-lecie w przyszłym roku!
- Nauki techniczne i aplikacyjne.
- Mój zespół to **Laboratorium Elektroniki Profesjonalnej**.



ZAPRASZAM na YouTube IPPT PAN, są tam nasze poprzednie lekcji festiwalowe!

DLACZEGO?

- Cudowne lata 1980 wielki powrót 😊
 - ... muzyka/moda/styl
- Od zawsze chciałem zbudować syntezator!
 - teraz, każdy może go mieć za darmo (co pokażę)!
- W tym roku odeszli twórcy muzyki elektronicznej: Vangelis i Klaus Schulze
- **MY TEŻ** profesjonalnie zajmujemy się elektroniką, falami i sygnałami (ultradźwiękowymi)!



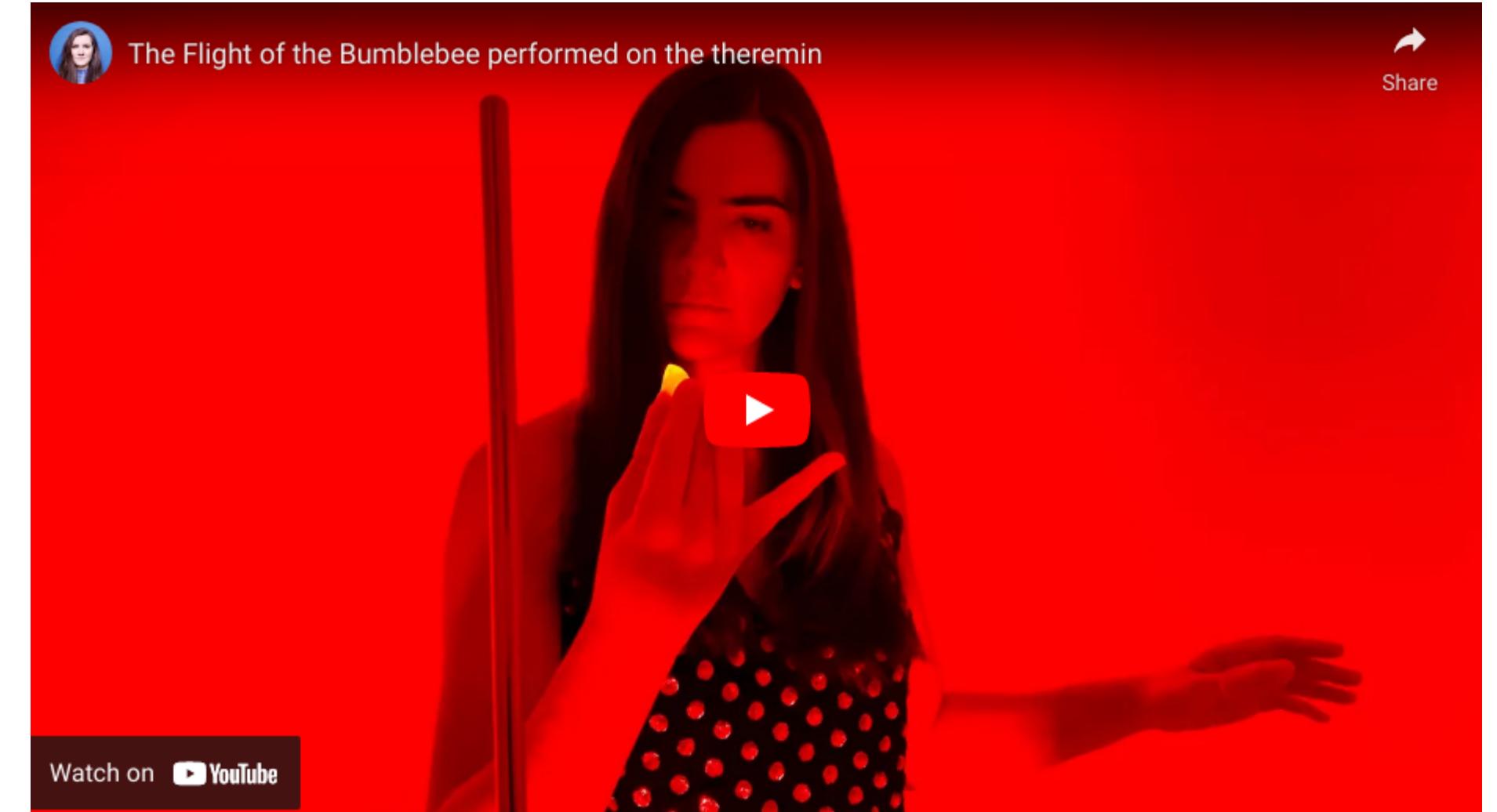
Muzyka elektroniczna



MUZYKA ELEKTRONICZNA: HISTORIA



- 1919: Theremin pierwszy instrument elektroniczny (rosyjski wiolonczelista i fizyk Lew Termen)
 - ma dwie anteny, z których jedna kontroluje wysokość dźwięku, a druga jego głośność.
- wykorzystany m.in. w ścieżkach dźwiękowych thrillerów Hitchcocka i przez zespół rockowy Led Zeppelin!



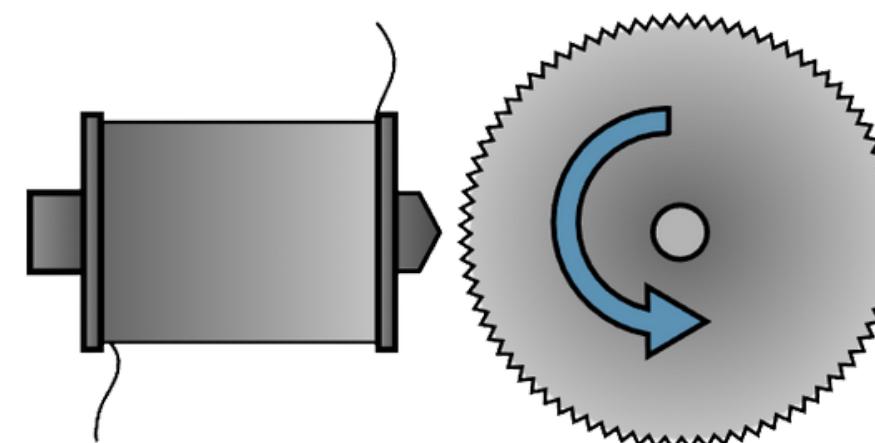
LOT TRZMIELA

~1930: Rhythmicon — pierwowzór sekwensera / automatu perkusyjnego.

MUZYKA ELEKTRONICZNA: HISTORIA



- lata 1930: pierwsze gitary elektryczne
- 1935: organy Hammonda (amerykański inżynier Laurens Hammond)
 - Tonewheel — zespół wirników obraca się w polu magnetycznym generując zmienny sygnał elektryczny >> charakterystyczny, wibrujący dźwięk.



Soul, Jazz, Pop, R&B, Rock

ELEKTROFONY



Elektrofony to elektryczne instrumenty muzyczne, w których dźwięk wytwarzany jest przez **drgania elektryczne**:

- **elektromechaniczne** – np. gitara elektryczna, organy Hammonda;
- **elektroniczne** – np. syntezator elektroniczny.



SYNTEZATORY: HISTORIA



1963: pierwszy analogowy syntezator Roberta Moog'a, używany m.in. przez zespół **The Beatles**



Robert Moog



ANALOG

1976: pierwszy cyfrowy syntezator „Synclavier”, wyposażony w twardy dysk, używany m.in. przez zespół **Dire Straits**



DIGITAL

Źródła: <http://www.studiomastering.net/mastering09.html>

<https://www.sweetwater.com/store/detail/MoogOne16--moog-one-16-voice-analog-synthesizer>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Synclavier>

MUZYKA ELEKTRONICZNA: PIERWSZY HIT



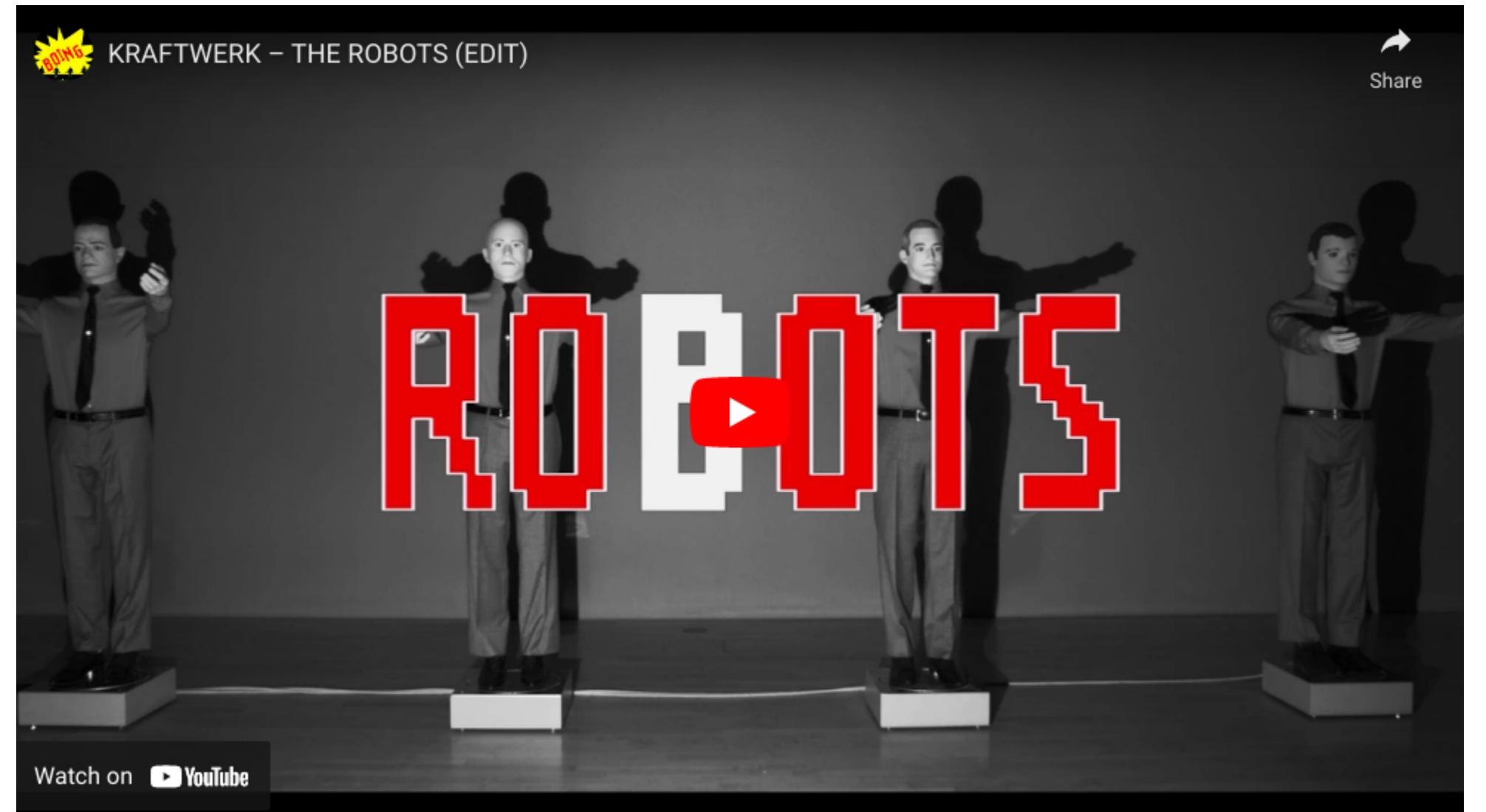
- lata 1969: utwór „Popcorn” skomponowany i nagrany na analogowy syntezatorze Moog'a
- 1972: wersja zespołu Hot Butter pierwszym elektronicznym singlem-hitem (kompozytor Gershon Kingsleya)



MUZYKA ELEKTRONICZNA: ARTYŚCI



- Vangelis† (muzyka filmowa)†
- Klaus Schulze†
- Jean-Michel Jarre
- Kraftwerk
- Tangerine Dream
- Marek Biliński (Polska)
- ...



**Sygnał,
dźwięk,
muzyka**



CO TO JEST SYGNAŁ ???



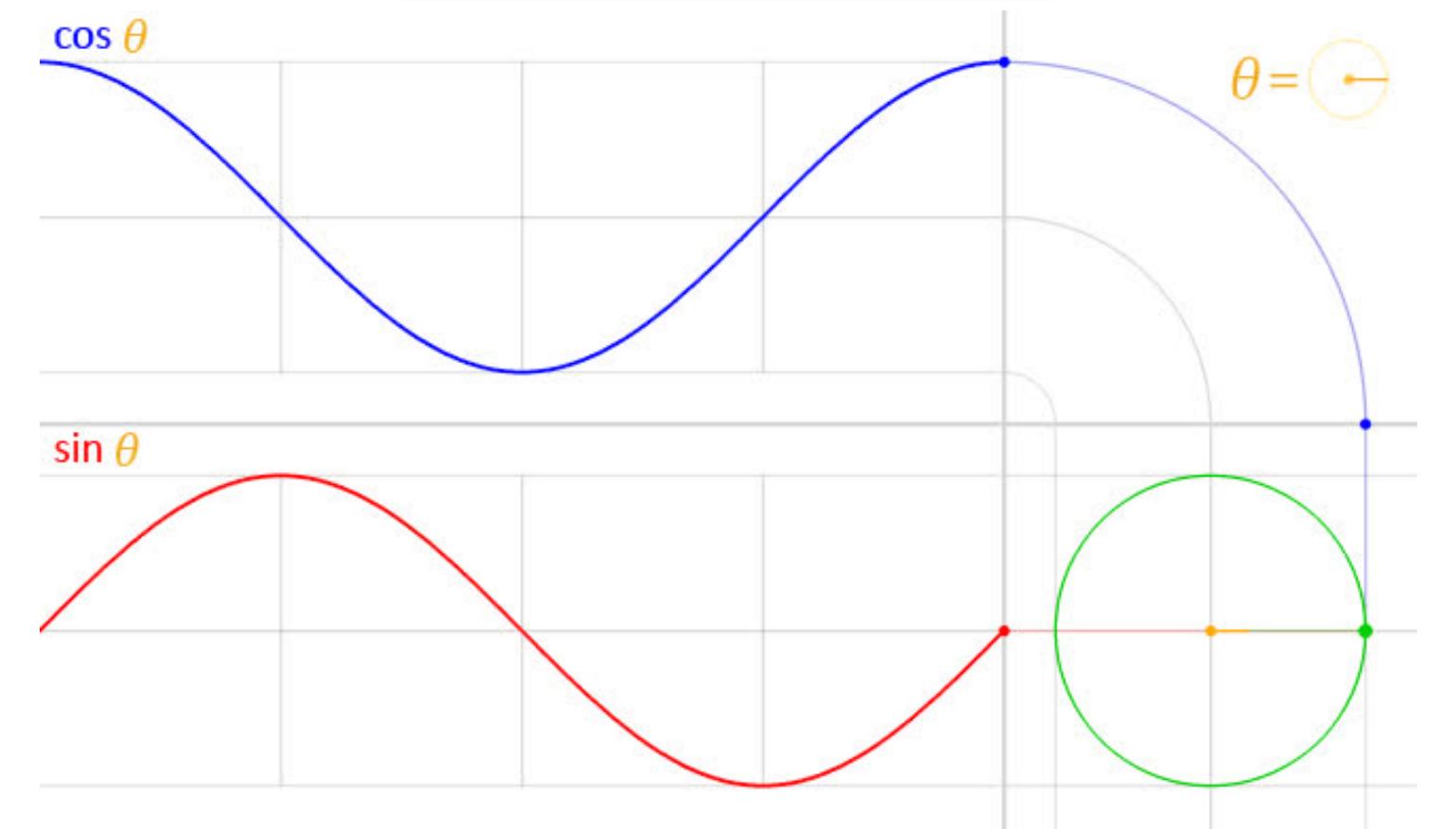
Sygnal – abstrakcyjny model dowolnej mierzalnej wielkości zmieniającej się w czasie, generowanej przez zjawiska fizyczne lub systemy, np.:

- opisany funkcją matematyczną zależną od czasu,
- zmierzony za pomocą urządzenia pomiarowego,
- wytworzony/wygenerowany przez układ elektroniczny albo komputer.

Przykłady:

- funkcja matematyczna: sinus i cosinus
- dźwięków kamertonu / gwizd

AMPLITUDA i FAZA

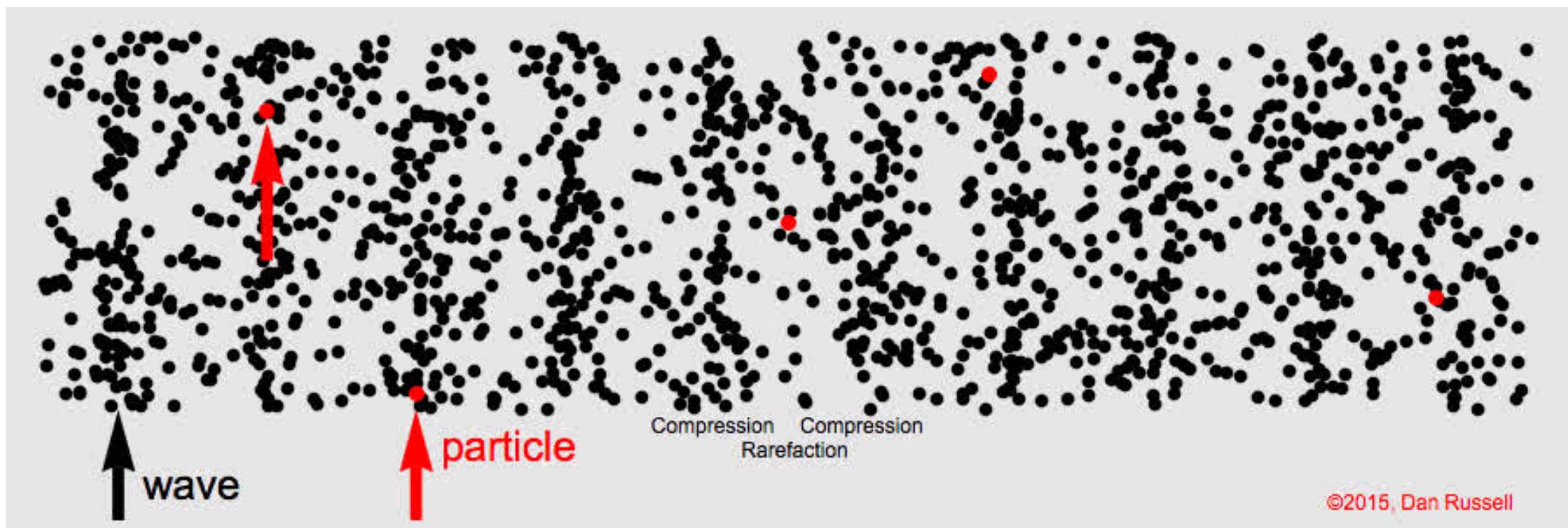


DŹWIĘKI / FALE AKUSTYCZNE



- **DŹWIĘK = Fale AKUSTYCZNE:**

- podłużne (drgania odbywają się w kierunku zgodnym z kierunkiem rozchodzenia się fali)
- częstotliwość: 20Hz-20kHz (20Hz-20000Hz)
- prędkość: w zależności od ośrodka (w powietrzu: ~330 m/s = ~1200 km/h)
- długość fali: odległość między kolejnymi szczytami fali



**FALE AKUSTYCZNE: DRGANIA CZĄSTEK (NP. POWIETRZA)
WZGLĘDEM POŁOŻENIA RÓWNOWAGI**

Źródła: <https://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/waves-intro/waves-intro.html>

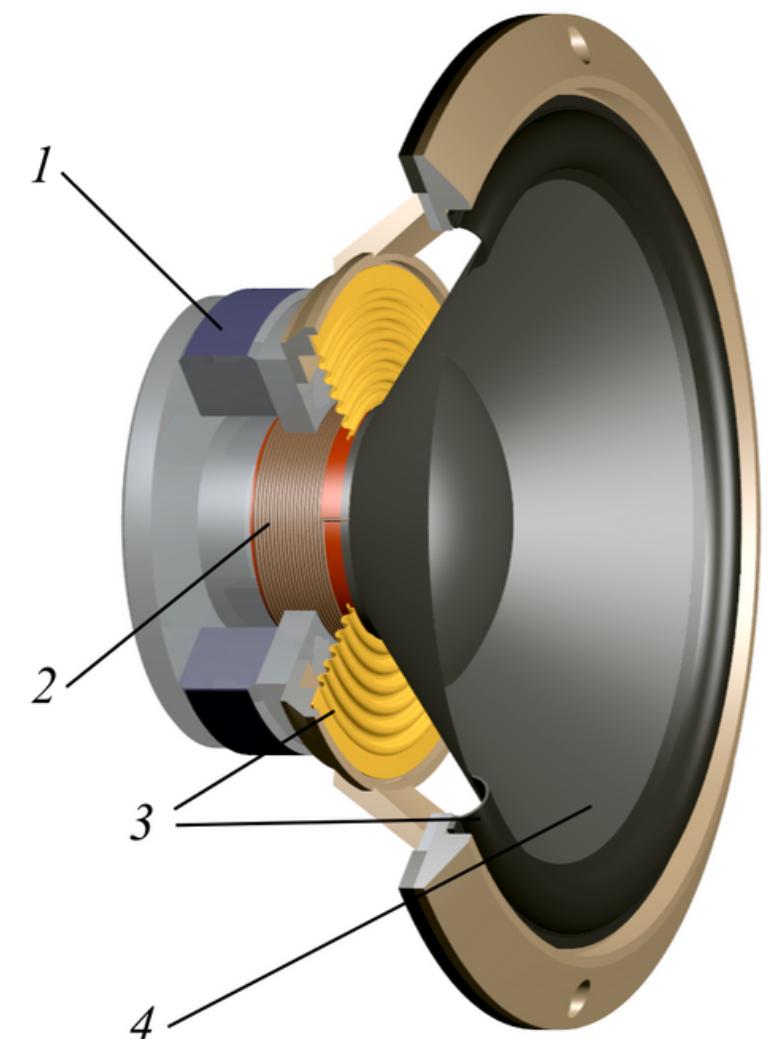
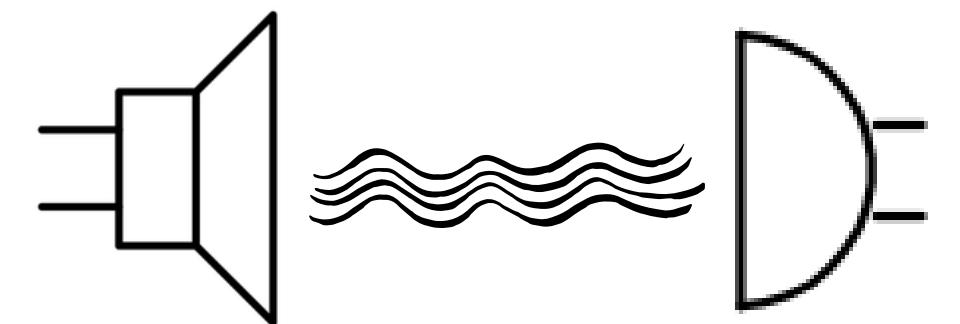


MAGICZNE
ULTRADŹWIĘKI – CO
MOŻEMY NIMI
„ZOBACZYĆ” CZEGO NIE
WIDĄC GOŁYM OKIEM

SYGNAŁ → DŹWIĘK (ENERGIA)



- **Głośnik (przetwornik)** — zamiana sygnału elektrycznego (np. ze wzmacniacza) w dźwięk/fał akustyczną.
- **Mikrofon (przetwornik)** — zamiana dźwięku w sygnał elektryczny.
- **Przetworniki** wykorzystują różne zjawiska fizyczne, np: magnetyczne, pojemnościowe, piezoelektryczne.



DŹWIĘK: CECHY / PARAMETRY

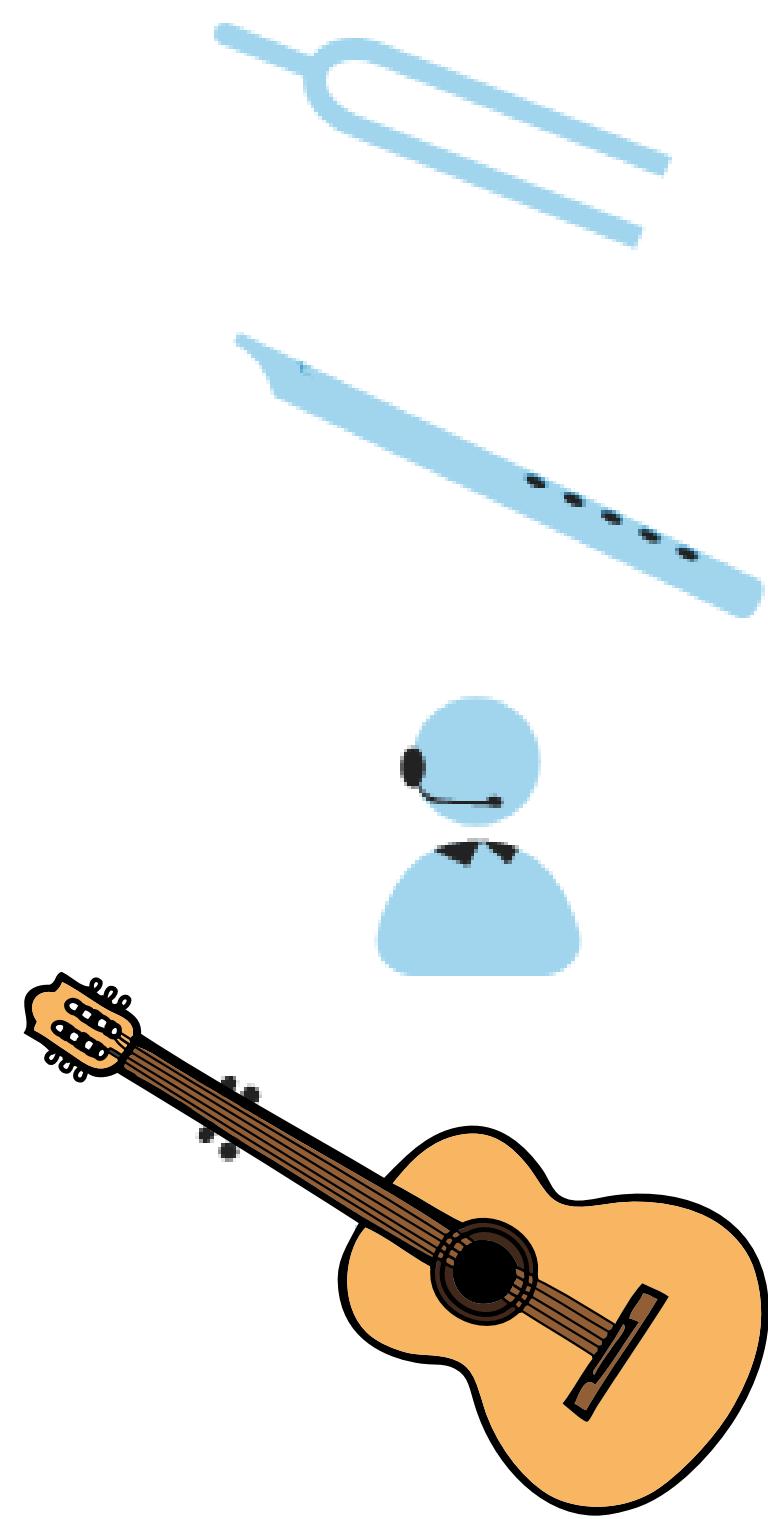
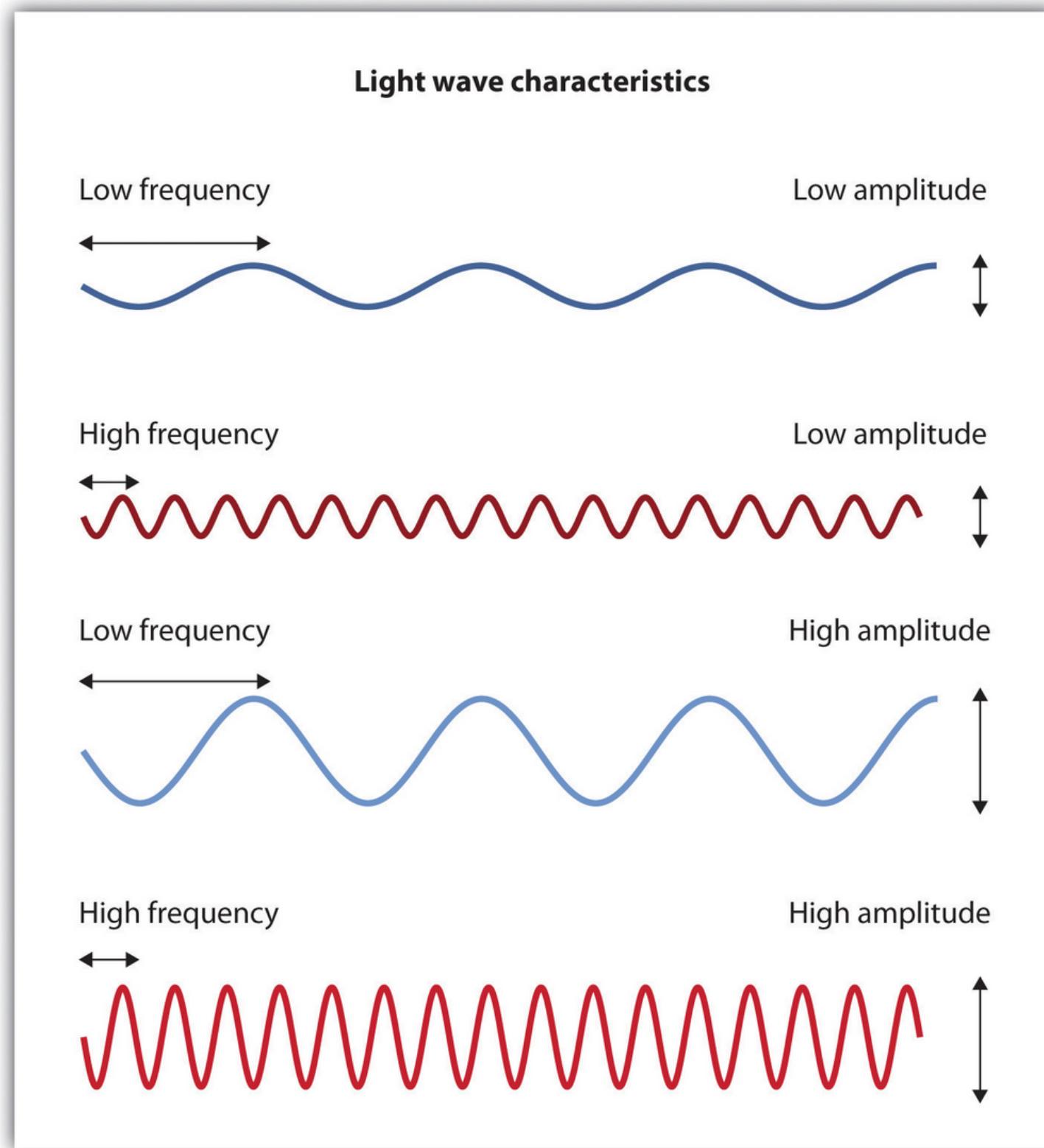


- **Ton** — dźwięk prosty, mający sinusoidalny przebieg o ścisłe określonej częstotliwości f , amplitudzie A i fazie ϕ

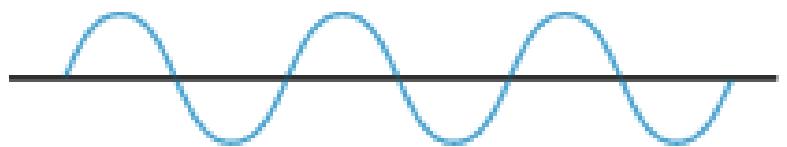
$$p(t) = A_k \sin(2\pi f_k t + \phi_k)$$

- **Wysokość dźwięku** — częstotliwość tonu podstawowego; im większa częstotliwość drgań, tym wyższy jest dźwięk (jednostka: Hertz [Hz]).
- **Głośność** — subiektywna miara natężenia dźwięku (mierzona w decybelach [dB-SPL]).
- **Barwa** — dzięki niej rozróżniamy brzmienie m.in. głosu; ścisłe zależna od **widma akustycznego** ...

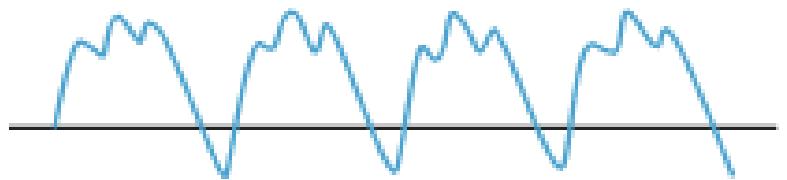
DŹWIĘK: CECHY / PARAMETRY



TUNING FORK



FLUTE



VOICE



GUITAR



źródła: <https://books.psychstat.org/rdata/audio-data.html>

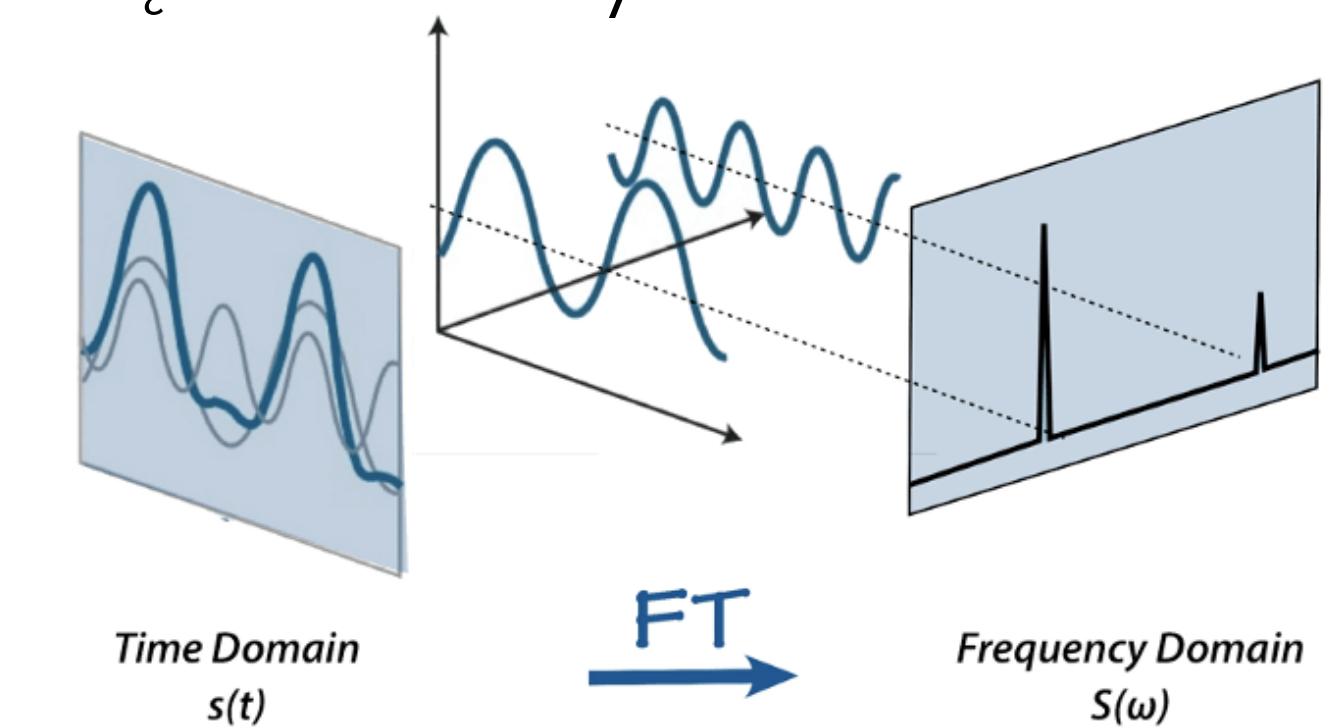
<https://www.chegg.com/learn/physics/introduction-to-physics/characteristics-of-sound-waves>

ANALIZA DŹWIĘKU: WIDMO AKUSTYCZNE

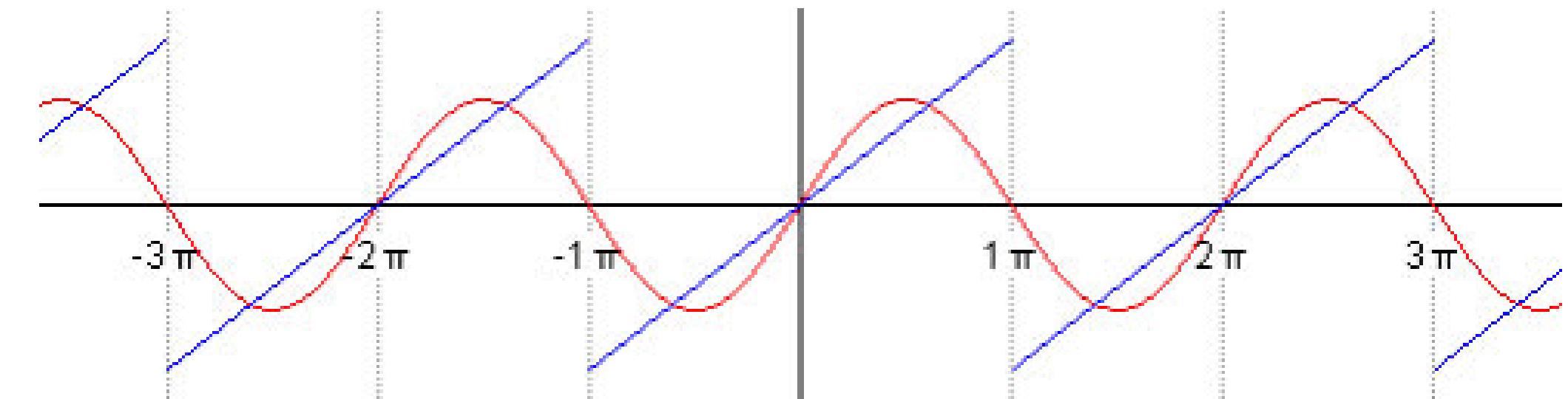
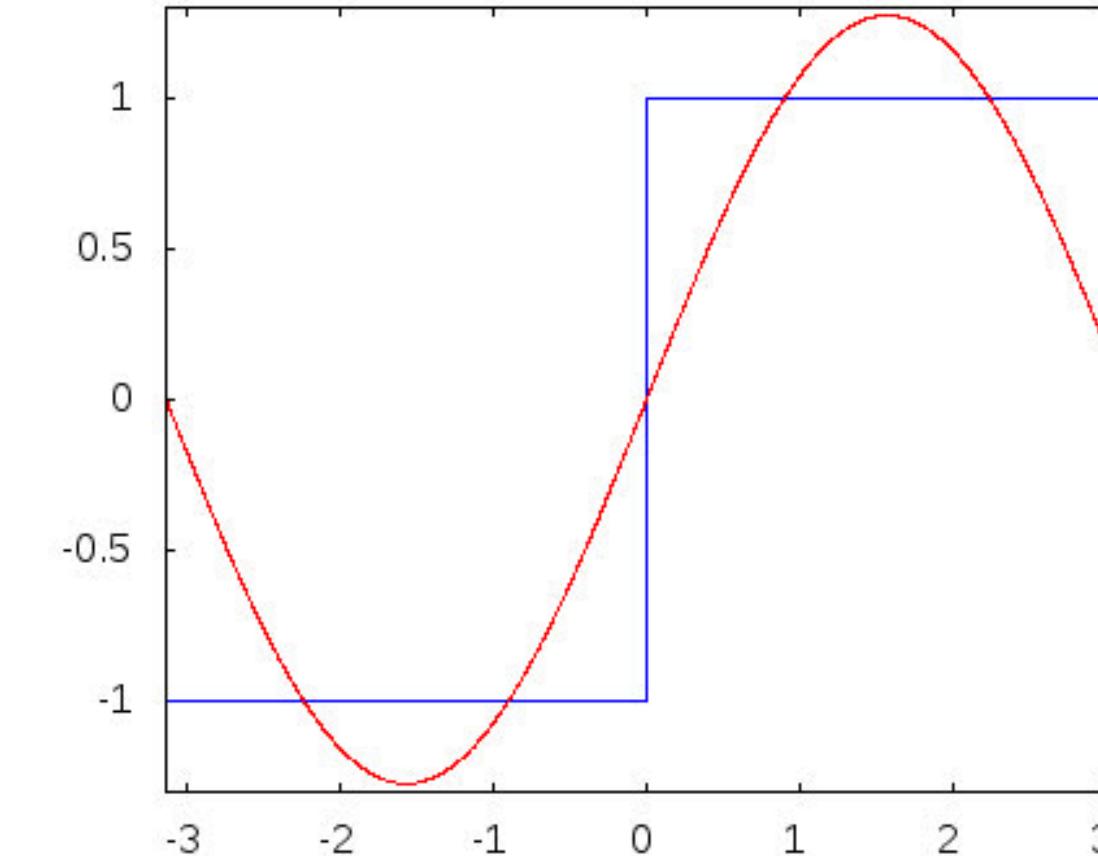
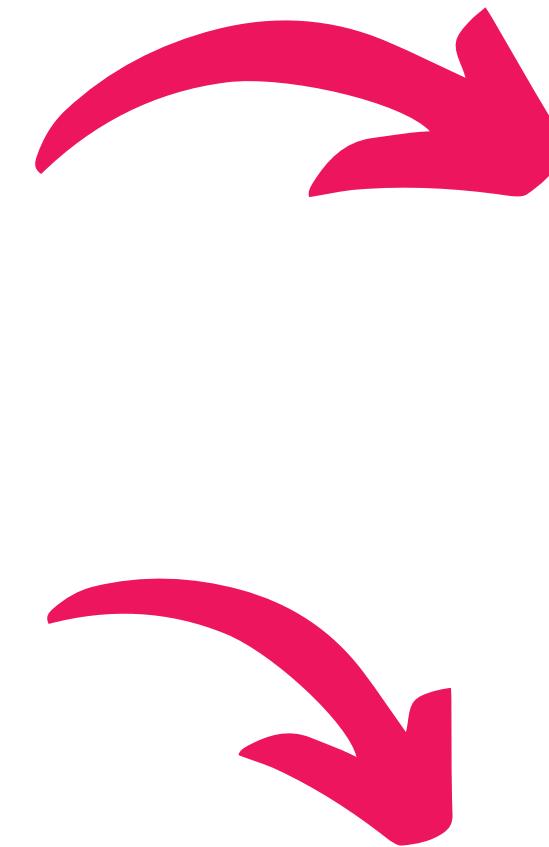
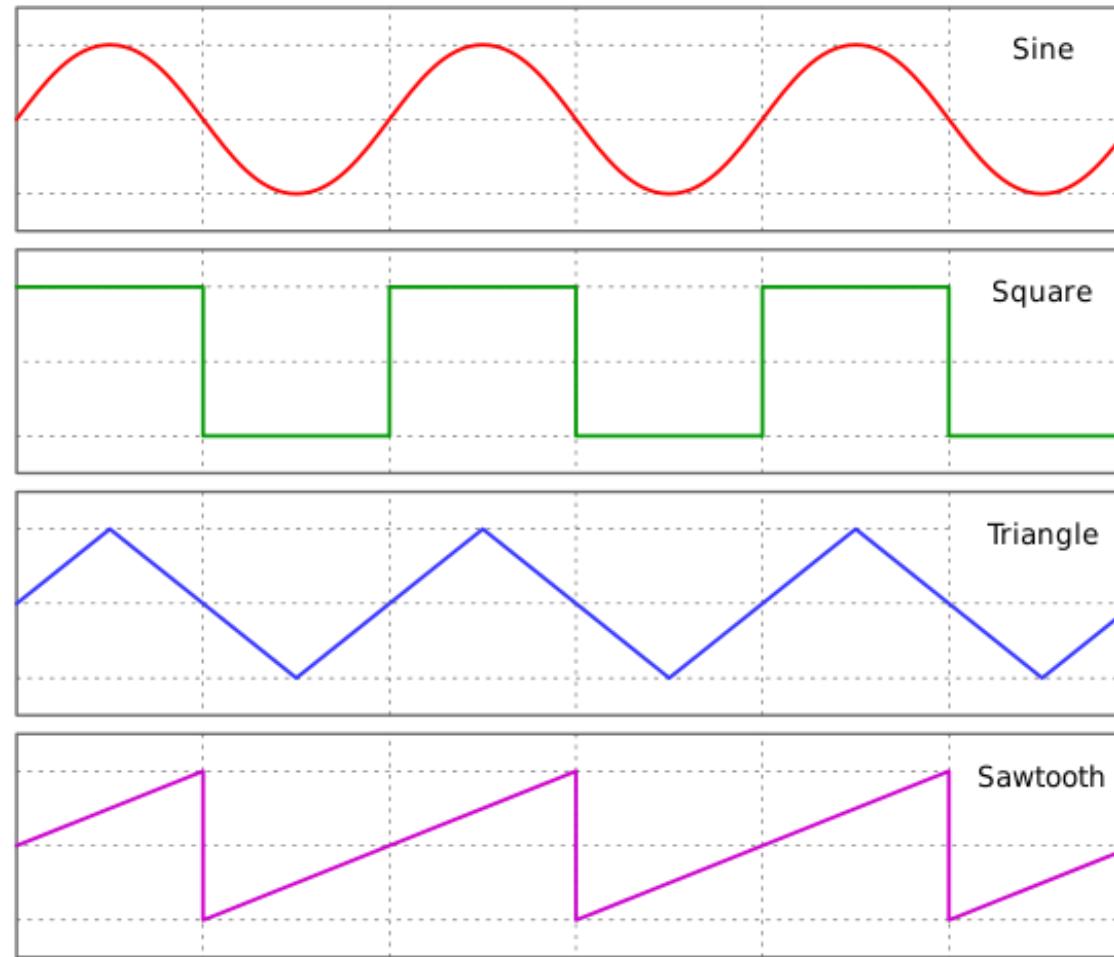


- Sygnał akustyczny jest zwykle sygnałem złożonym z pojedynczych Tonów o różnych częstotliwościach, które są zsumowane i "podróżują" razem.
- SYGNAŁY możemy analizować i przetwarzanie w dziedzinie:
 - czasu — obserwujemy tylko zmienność (kształt) amplitudy w czasie;
 - częstotliwości (widma) — obserwujemy zbiór częstotliwości i ich amplitud.
- KAŻDY sygnał można przedstawić za pomocą sumy (nieskończanie) wielu sygnałów sinusoidalnych!
- Przejście pomiędzy dziedzinami odbywa się za pomocą transformaty Fouriera.

Widmo to rozkład natężenia poszczególnych składowych dźwięku w zależności od ich częstotliwości.



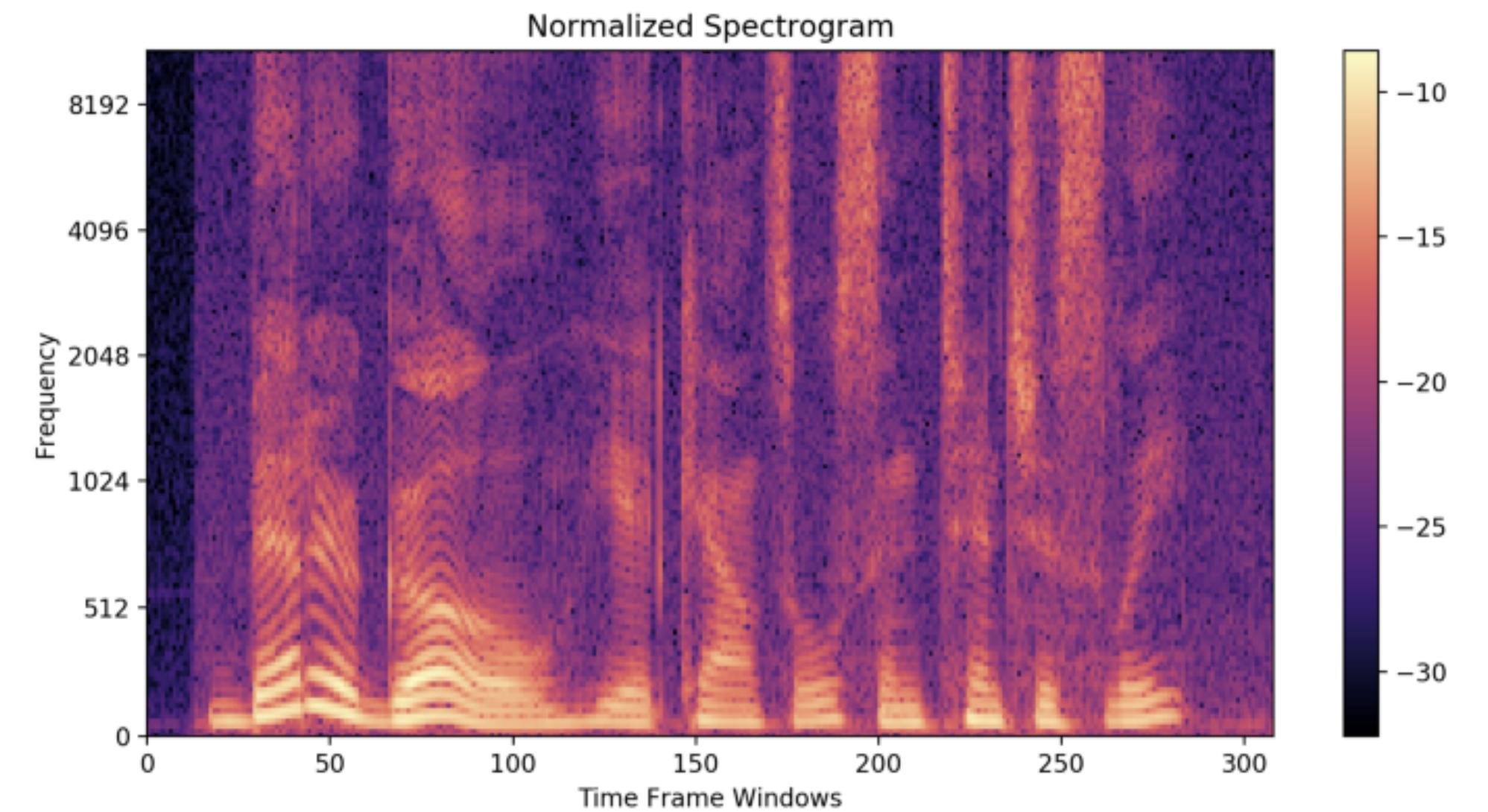
TRANSFORMATA FOURIERA



ANALIZA DŹWIĘKU: SPEKTOGRAM



- Wizualna reprezentacja widma:
 - oś X – czas [s]
 - oś Y – częstotliwość [Hz]
 - kolor – amplituda [dB]

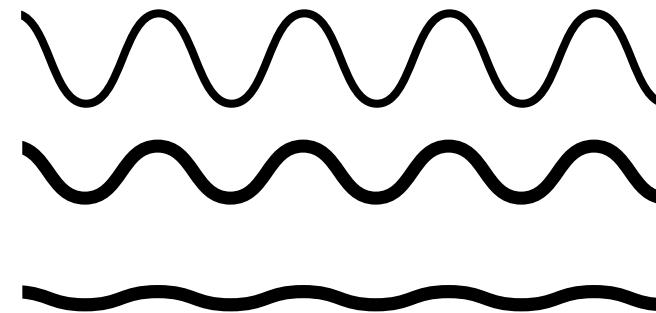


- Co z niego można odczytać?
 - jak zmienia się charakter dźwięku w trakcie grania (barwa i wysokość),
 - w przypadku mowy rozróżnianie formantów.
- Manipulacja parametrami takiej charakterystyki służy w **syntezie** dźwięku.

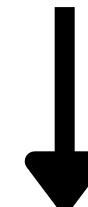
DŹWIĘK A MUZYKA



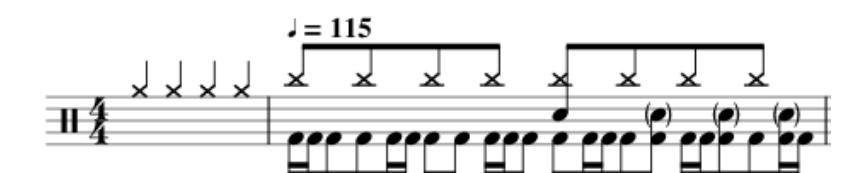
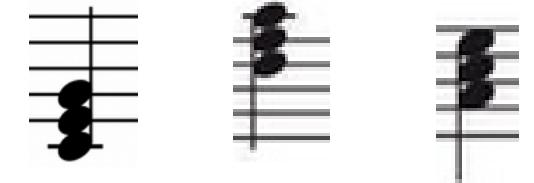
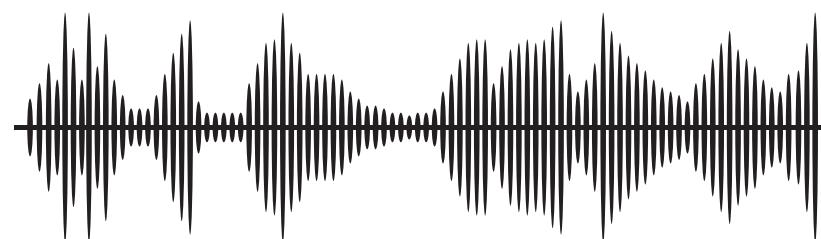
SKŁADOWE HARMONICZNE



(...)



DŹWIĘK



KOMPOZYCJA



Synteza dźwięku i Syntezatory

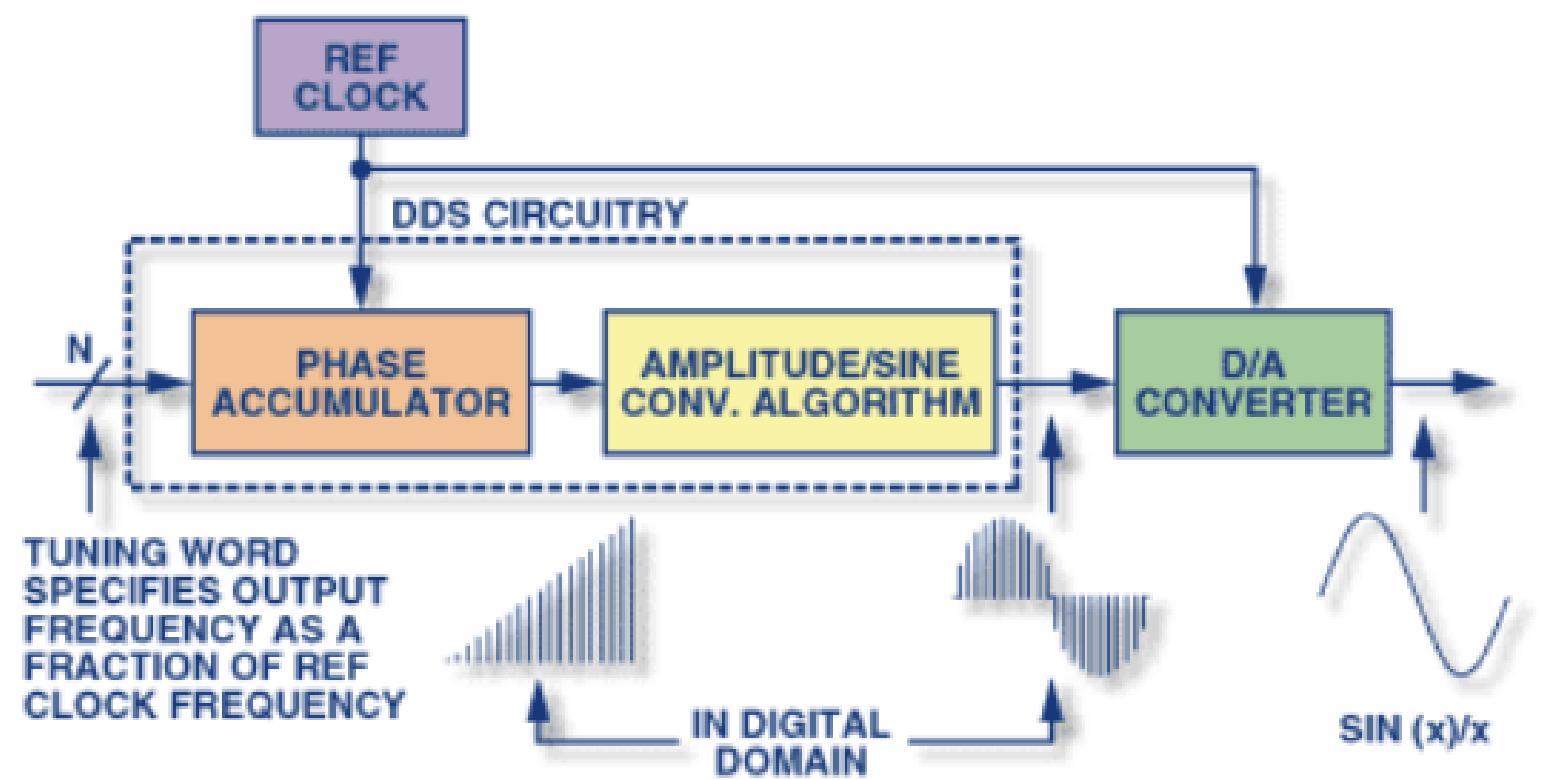


SYNTEZA DŹWIĘKU



Synteza to proces generacji i kształtowania dźwięku:

- **analogowa** — dźwięk generowany poprzez modyfikację napięcia i prądu w elektronicznych elementach analogowych;
- **cyfrowa** — dźwięk generowany poprzez układy cyfrowe i/lub oprogramowanie. **Algorytmy** modelują i generują sygnały.

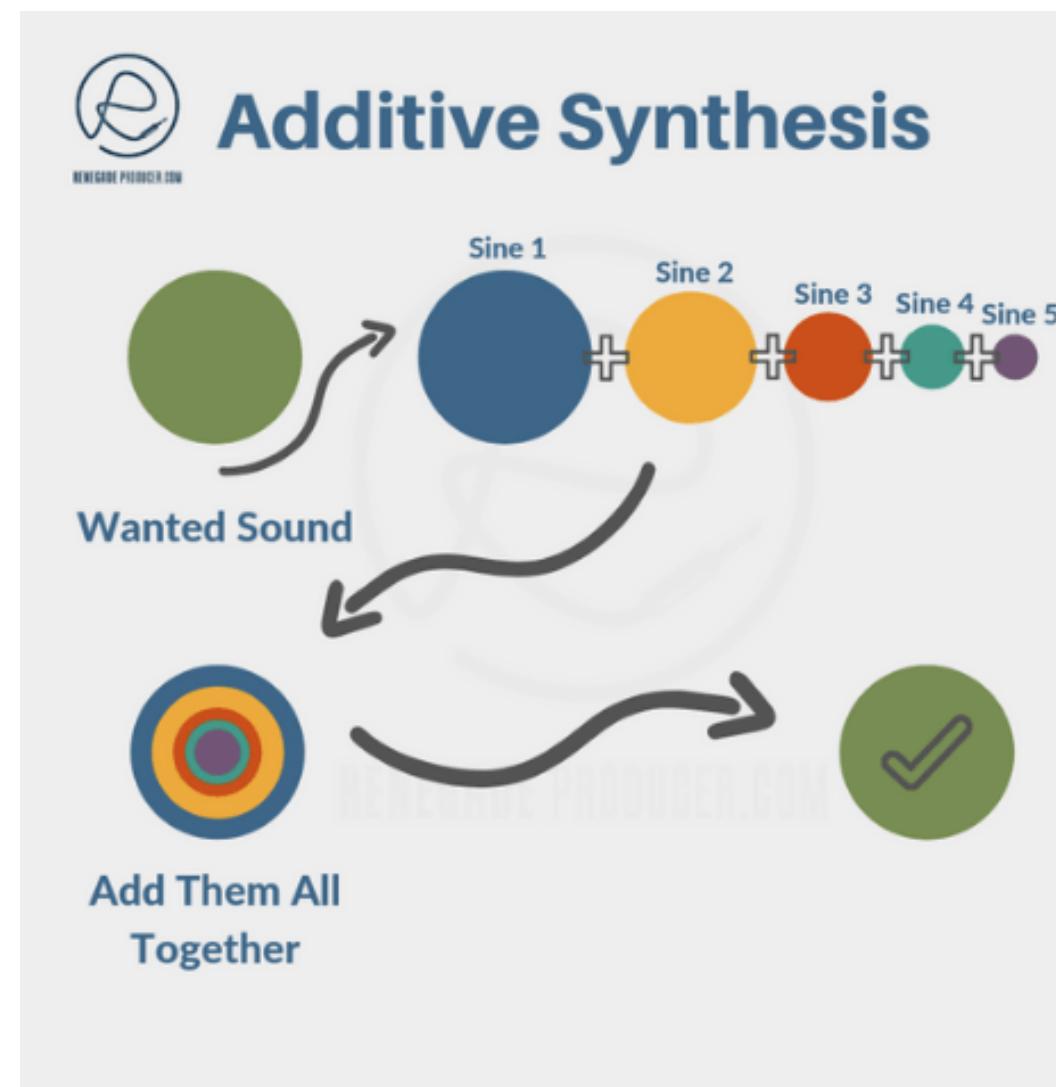


SYNTEZA DŹWIĘKU



Zmiana kształtu sygnału/widma w wyniku syntezy:

- **addytywnej** — dodawanie kolejnych składowych harmonicznych,
- **subtraktywnej** — odejmowanie pewnych składowych harmonicznych, np. poprzez filtry.

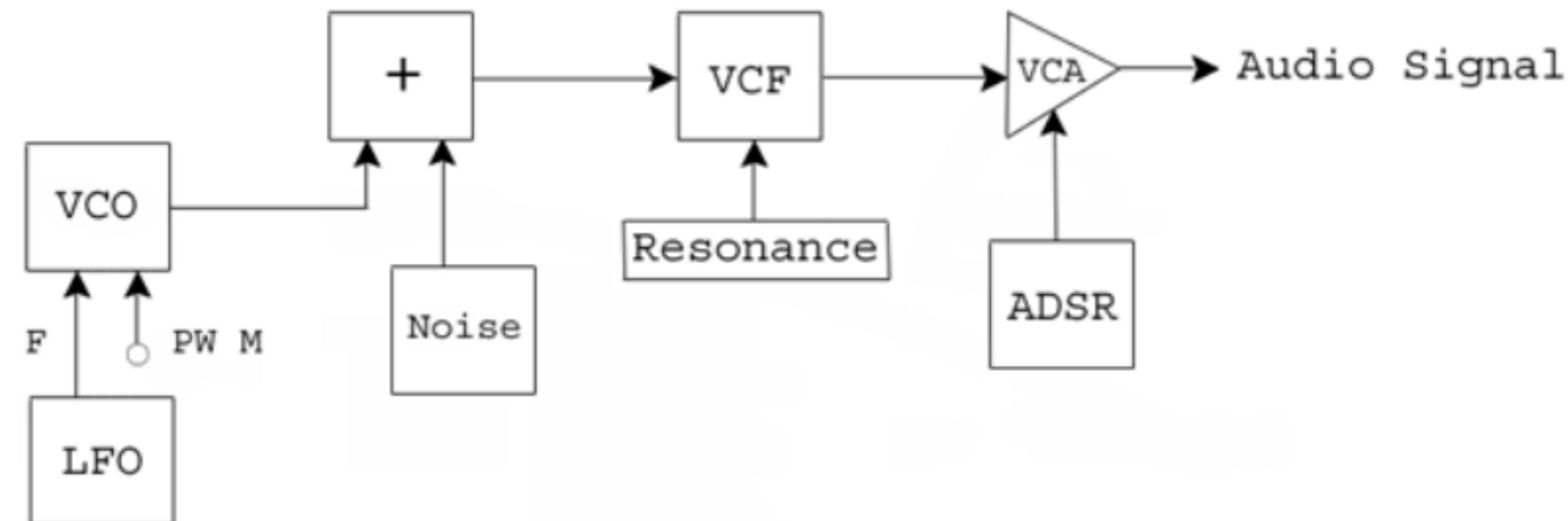


SYNTEZATOR: BUDOWA

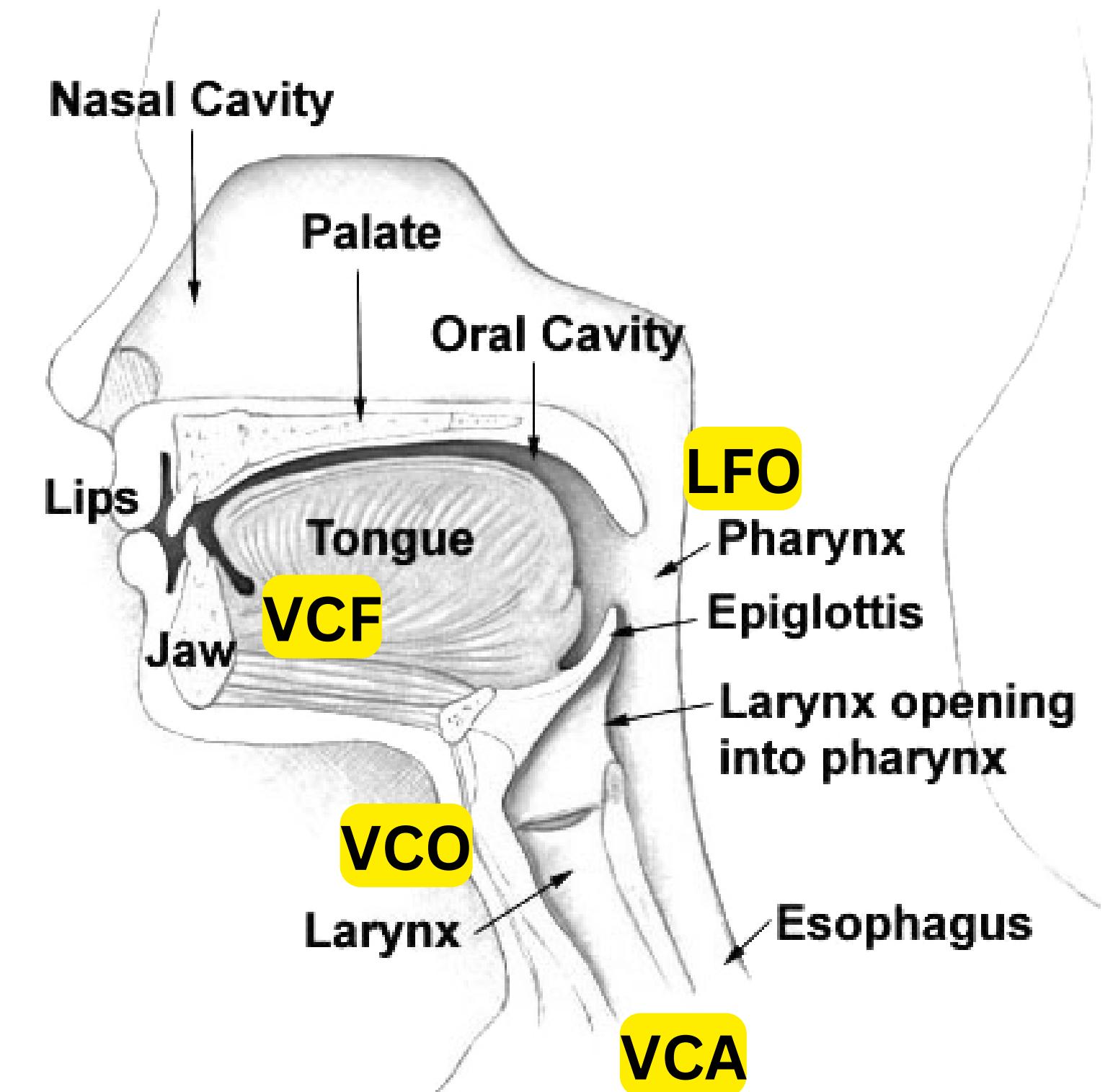


Podstawowe komponenty syntezatora:

- generatory okresowych przebiegów podstawowych (tzw. oscylatory) — VCO
 - sinusoidalnego, prostokątnego, trójkątnego, piłokształtnego
 - generator przebiegów wolnozmiennych — LFO,
 - generator szumu (np. białego),
 - filtry i rezonatory — VCF,
 - generator obwiedni — ADSR,
 - wzmacniacz sterowany napięciem — VCA.
- + urządzenia sterujące,
np. klawiatura / kontroler



SYNTEZA MOWY

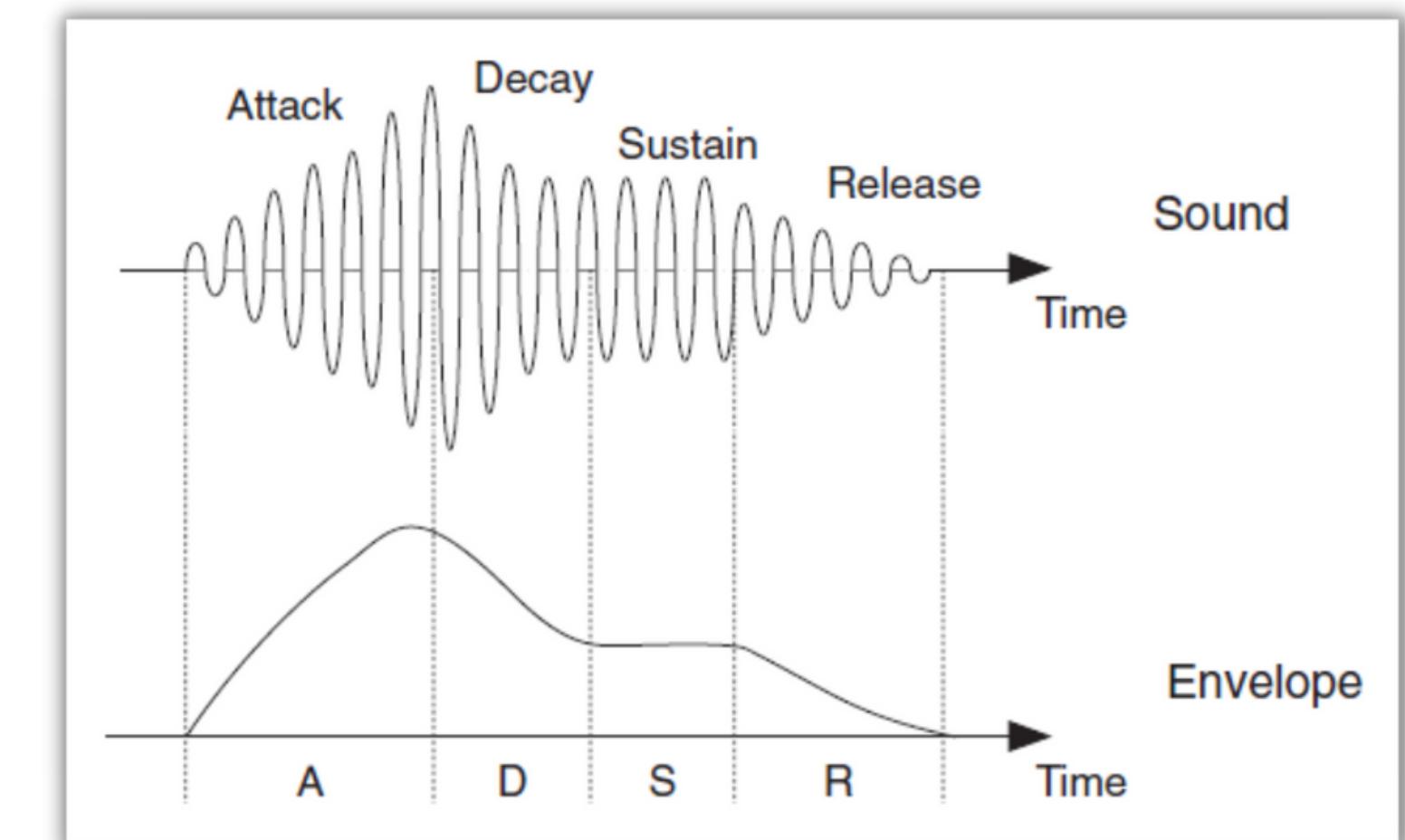
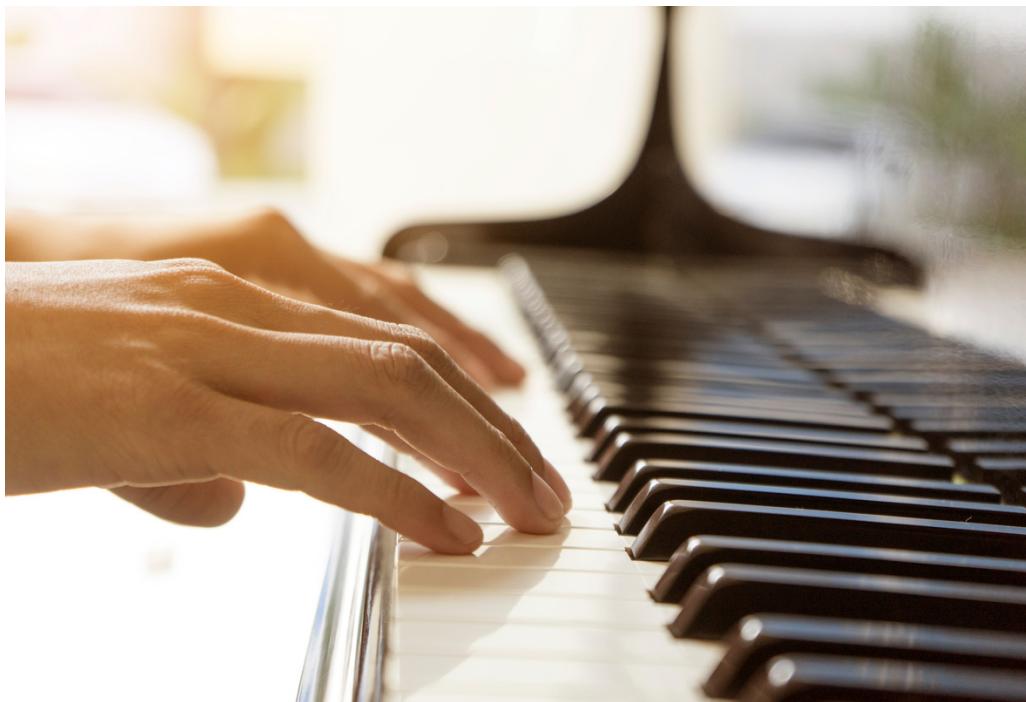


GENERATOR OBWIEDNI ADSR



Obwiednia łączy „szczyty” wykresu czasowego i informuje o zmianach głośności dźwięku w czasie. Generator obwiedni modyfikuje głośność, sterując wzmacnieniem bloku VCA. Parametry jego funkcji:

- A (attack) — budowanie się dźwięku po pobudzeniu
- D (decay) — stan nieustalony
- S (sustain) — stan ustalony (stabilność sygnału)
- R (release) — naturalne wygaszanie dźwięku

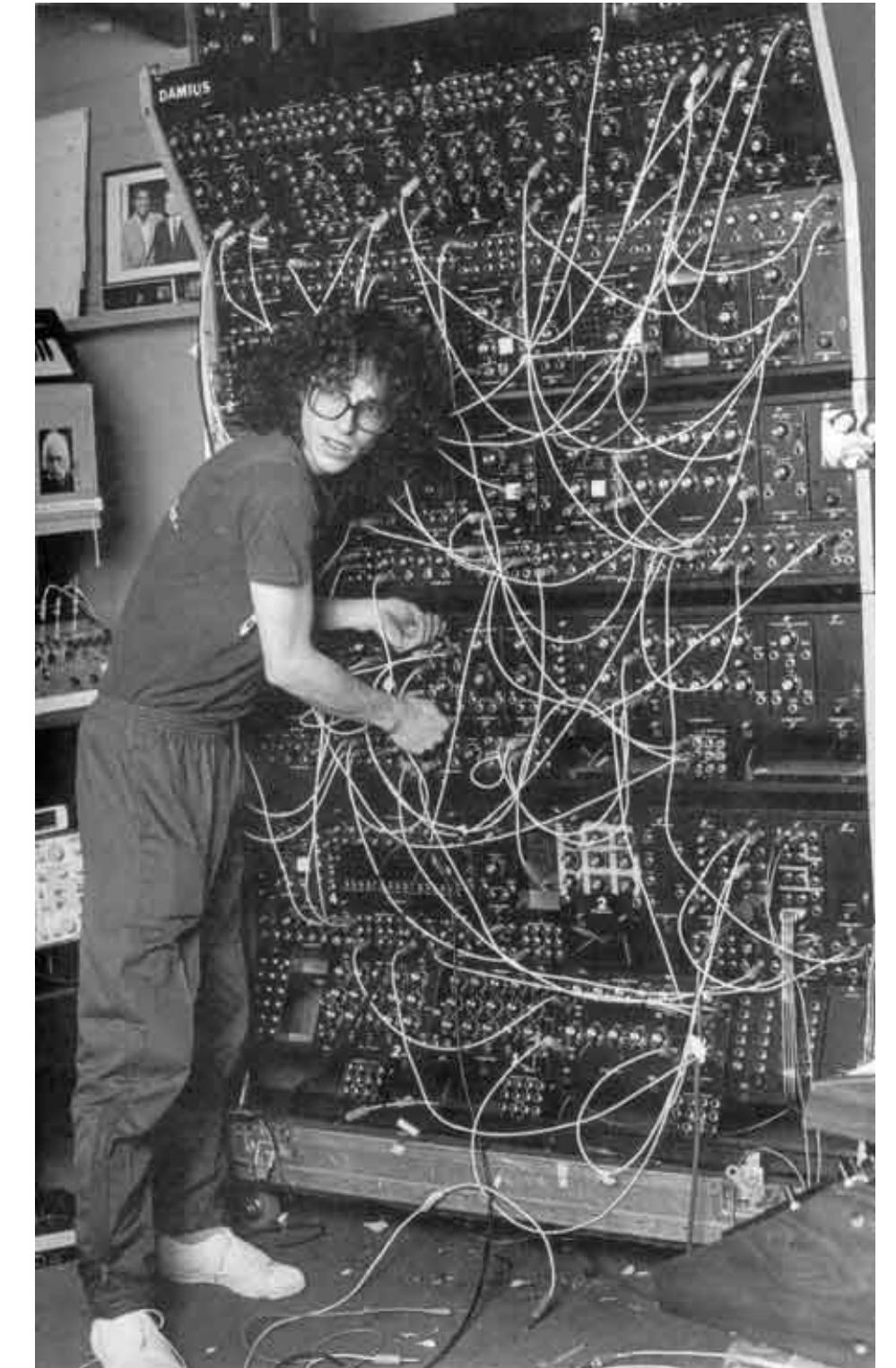


Źródła: Martin Russ, Sound Synthesis and Sampling, Focal 2008,

SYNTEZATORY

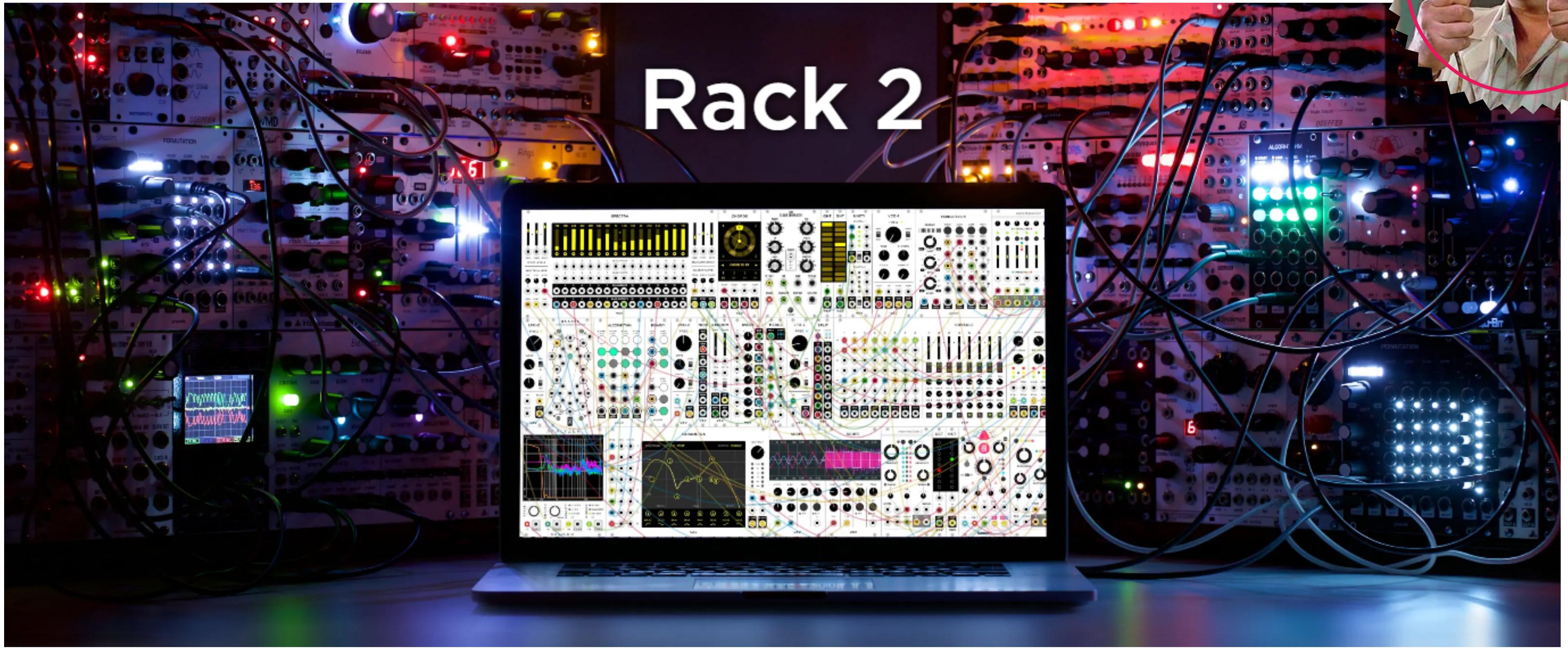


- ANALOGOWE / CYFROWE.
- KLAWISZOWE / MODULARNE / MINI / INNE.



Steve Porcaro of Toto with a modular synthesizer in 1982

POKAZ: SYNTYZATOR VCV RACK 2



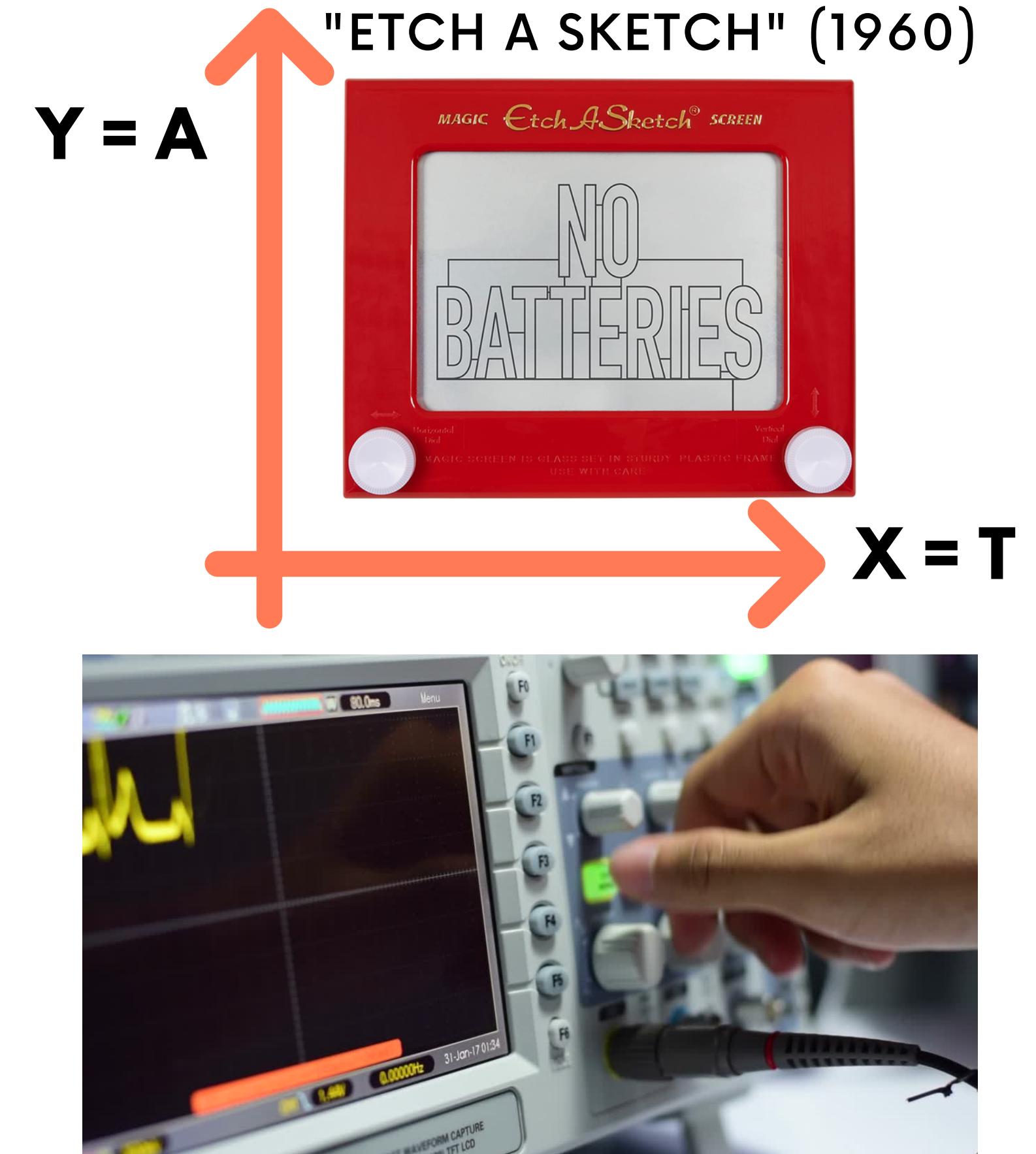
Wizualizacja dźwięku



WIZUALIZACJA SYGNAŁÓW



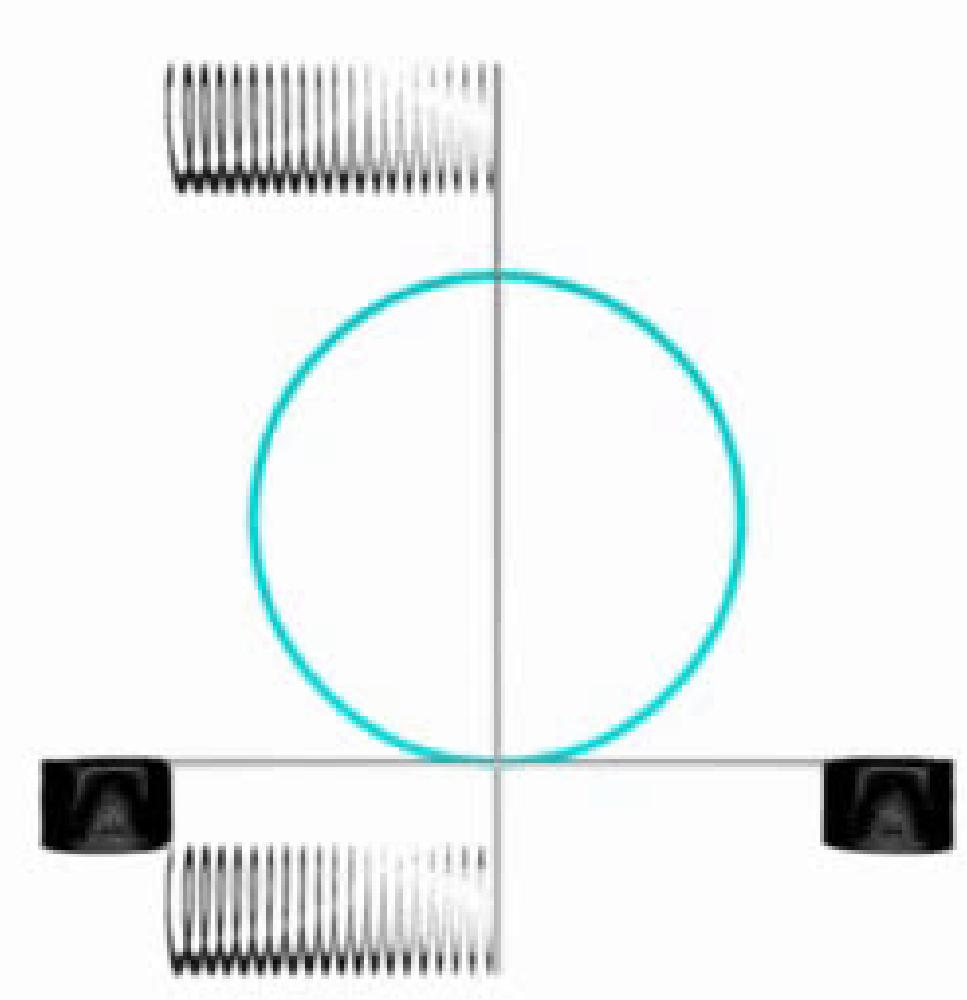
- Do obserwacji sygnałów w czasie używamy oscyloskopów.
- OSYLOSKOP:
 - ma tor: X i Y,
 - ekran jest podzielony na kratki (jak układ kartezjański),
 - tor X jest podstawą czasu,
 - tor Y jest sterowany sygnałem, który chcemy oglądać.
- Można też niezależnie sterować torom X i Y za pomocą dwóch sygnałów zewn.



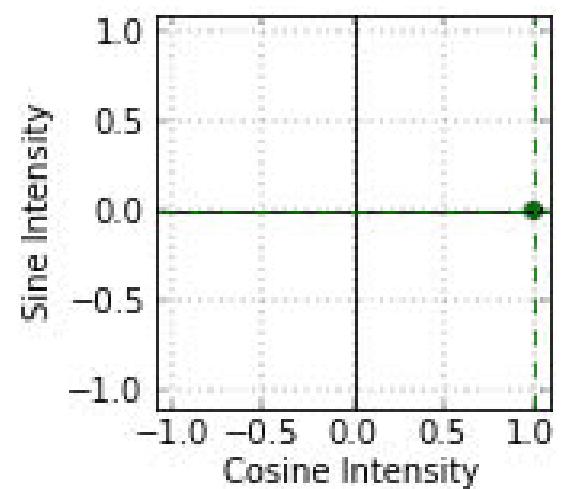
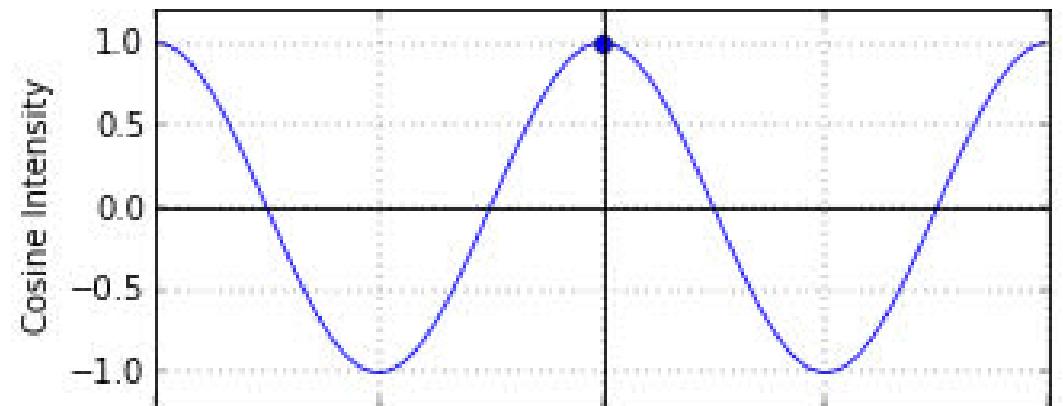
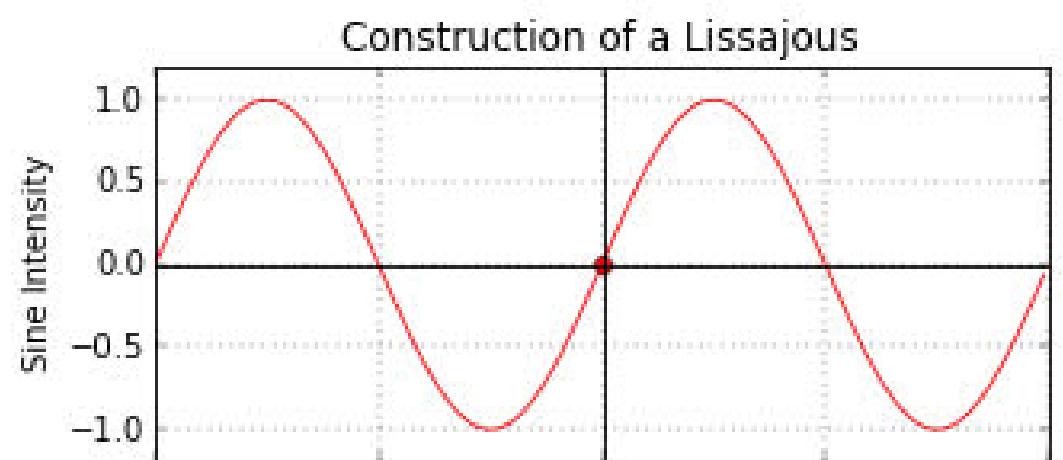
KRZYWE LISSAJOUS



- Opisane przez Jules Antoine Lissajous w 1857 r.



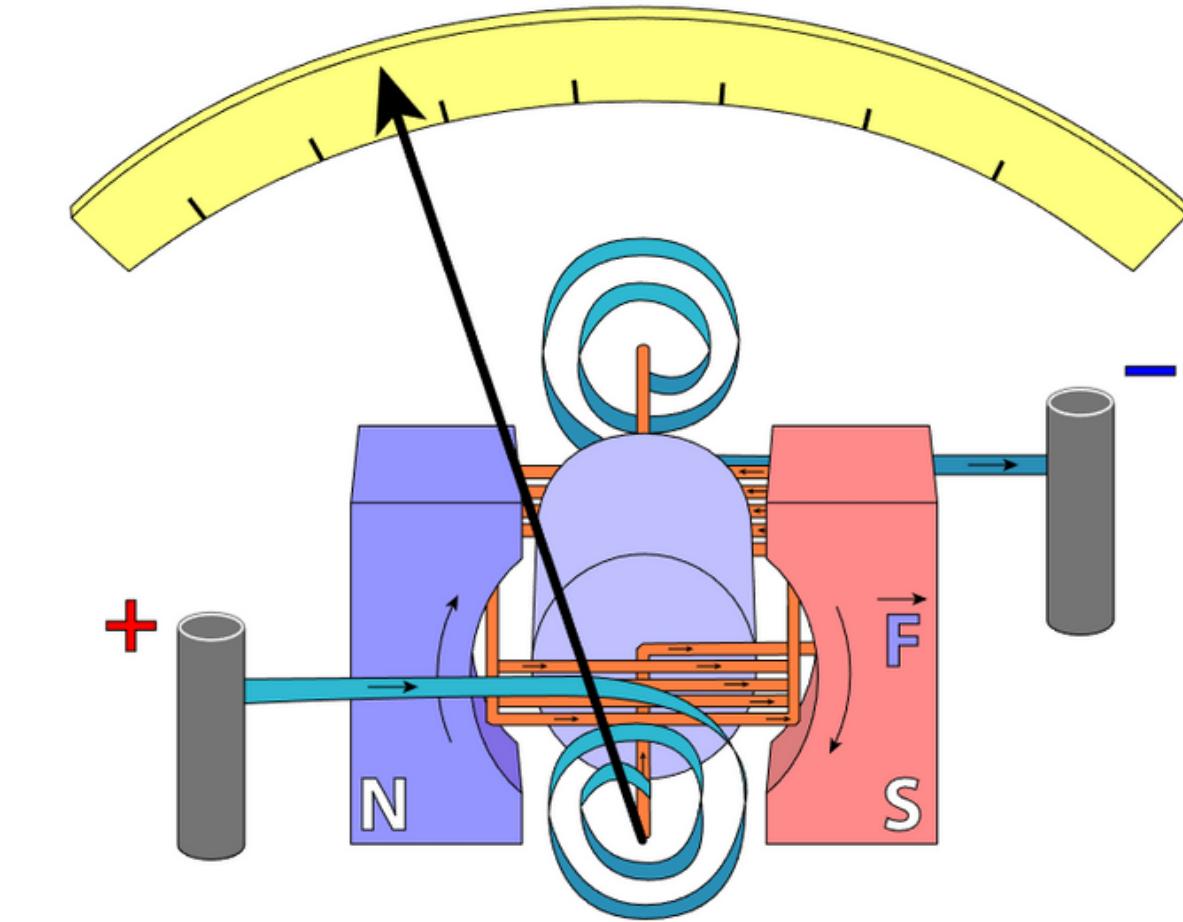
Ruch harmoniczny spręzyn



RYSOWANIE LASEREM: GALWANOMETR



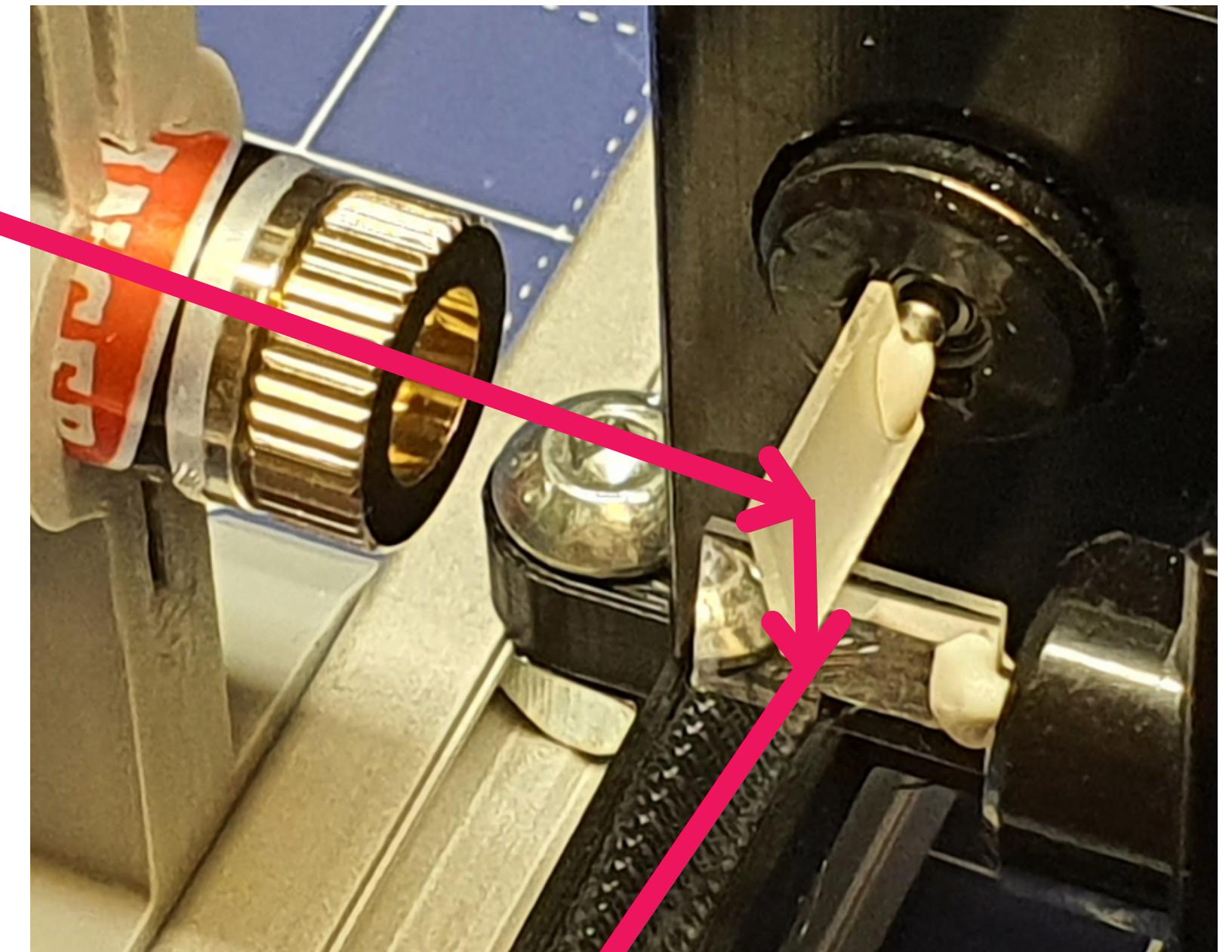
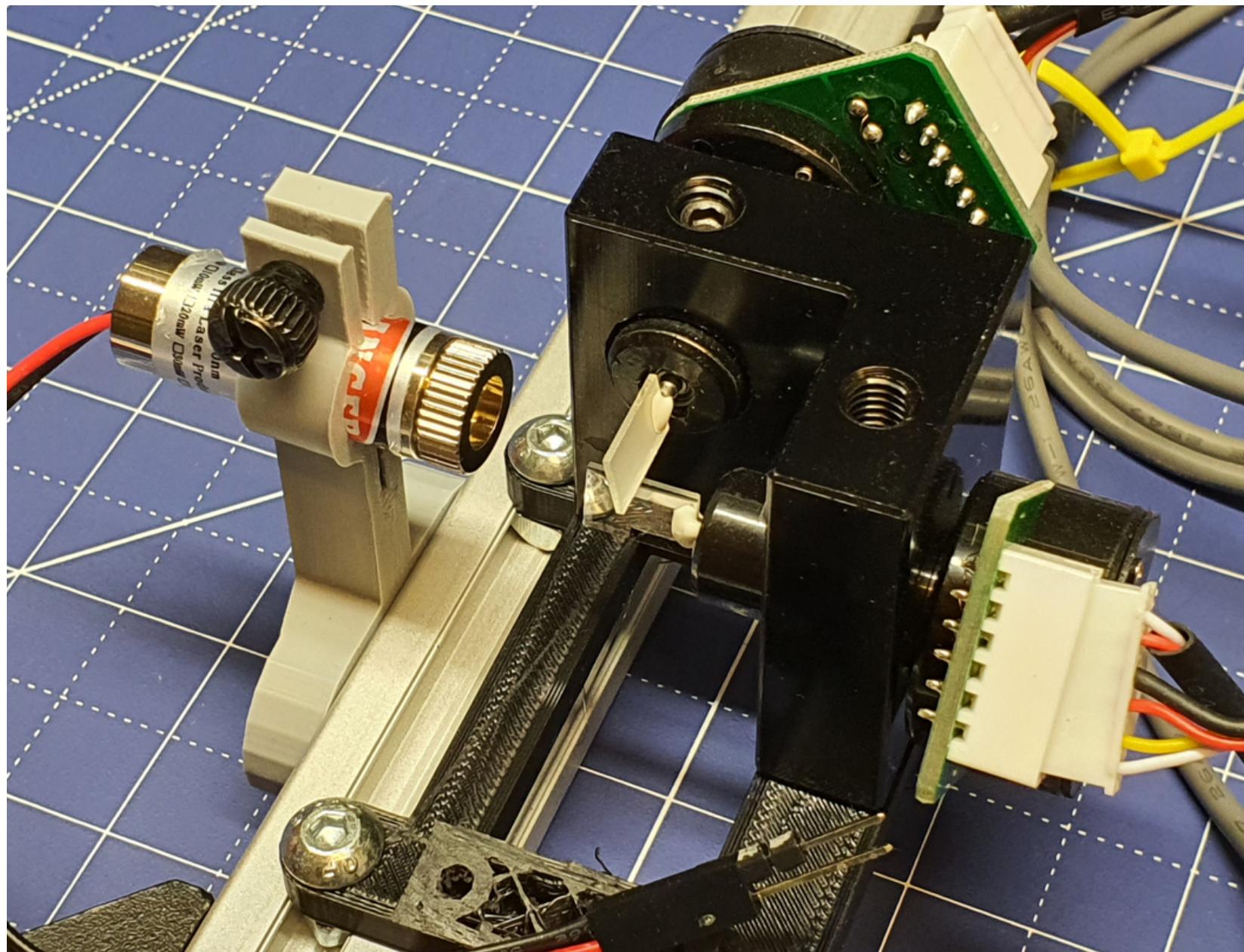
- **GALWANOMETR** — to czuły miernik wykrywający niewielkie wartości natężenia prądu (stosowane m.in. w miernikach wychyłowych).
- Zastosujemy dwa galwanometry do sterowania wiązką lasera (ustawione prostopadle X-Y).
- Sygnał audio stereo ma dwa kanały (L i R), które podłączymy do osi X i Y.



GALWANOMETR

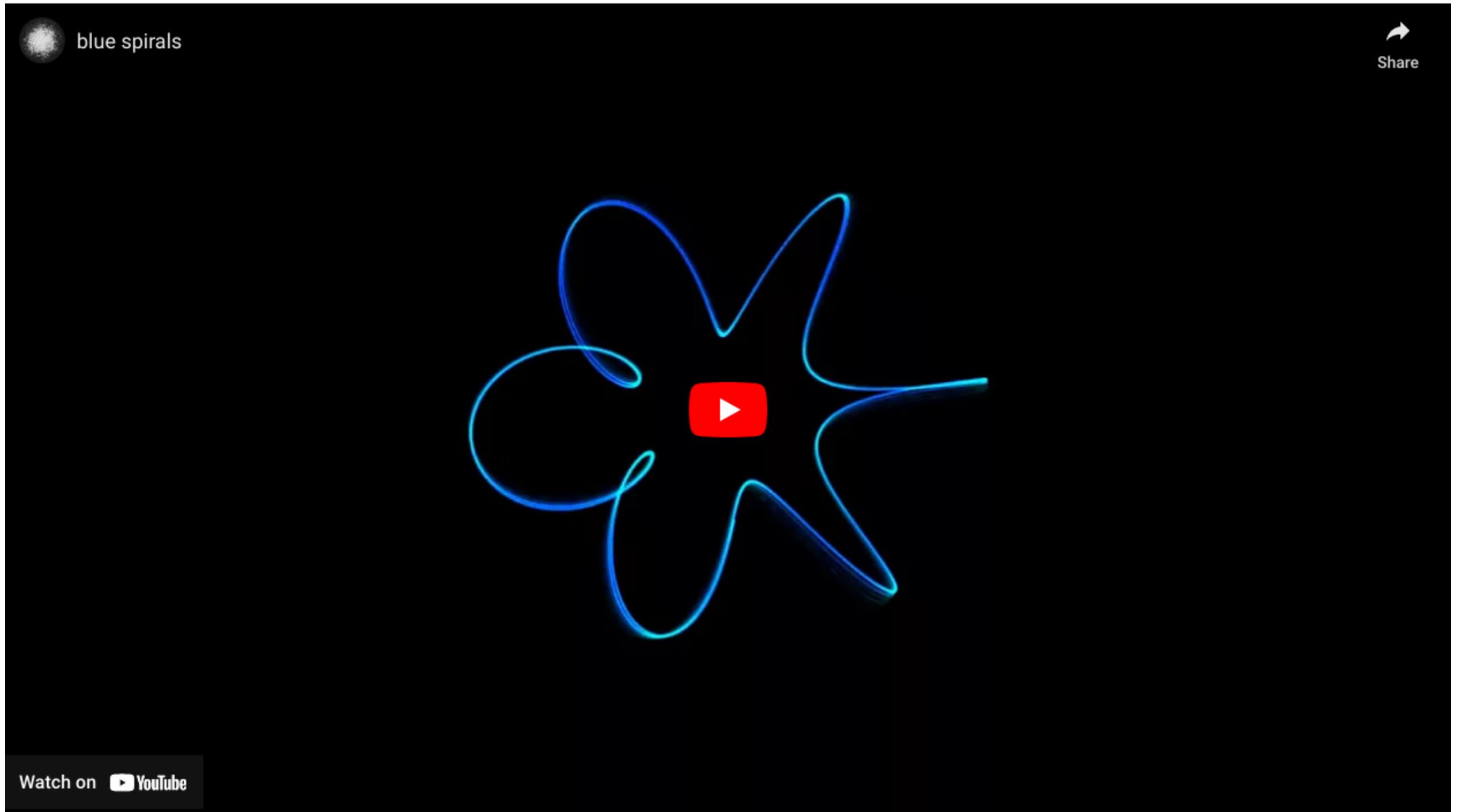


RYSOWANIE LASEREM

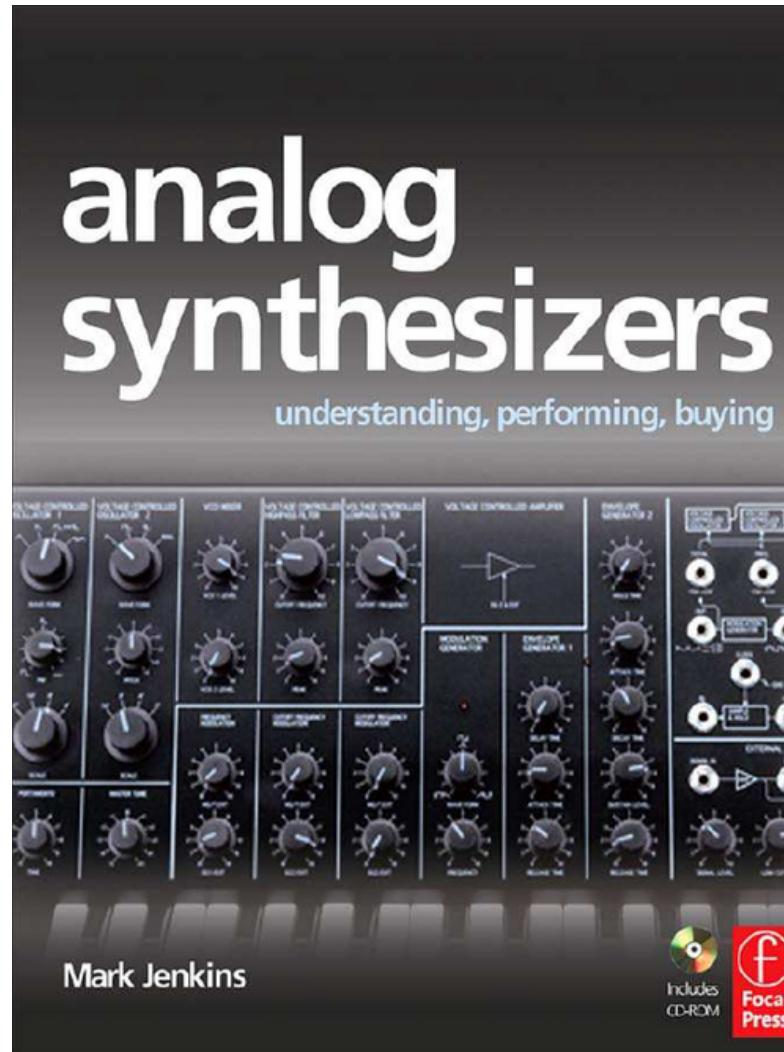
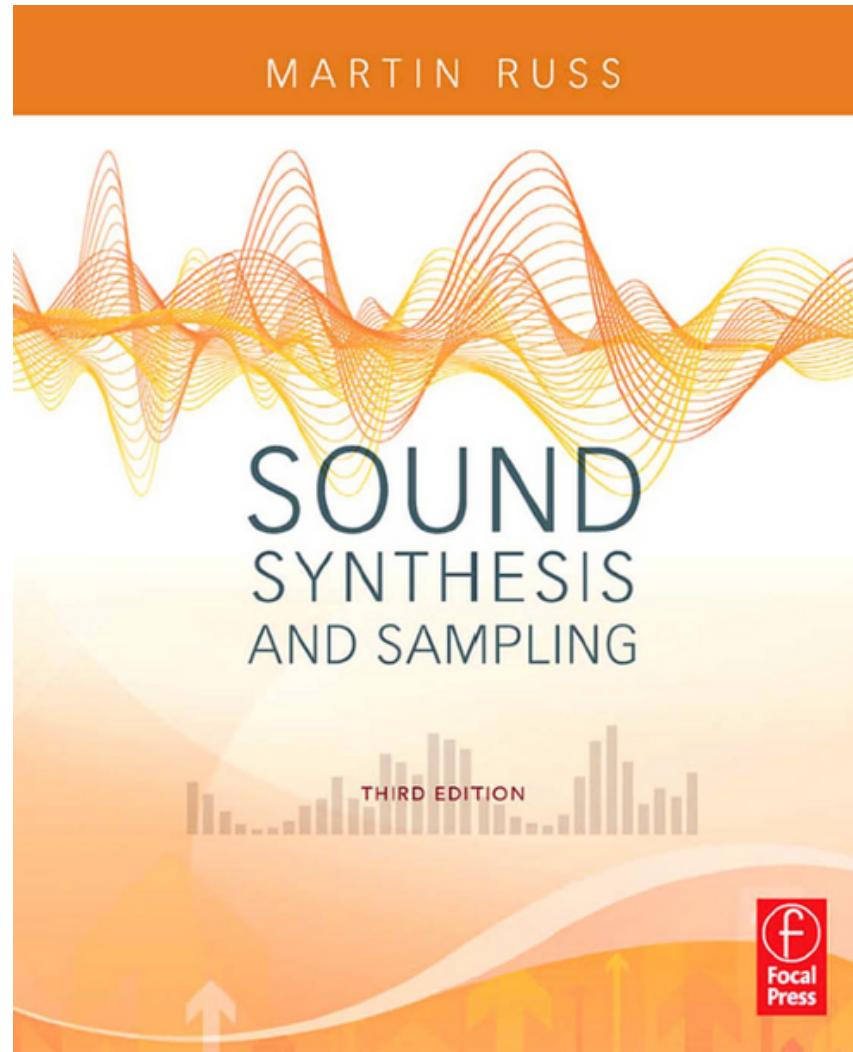


źródła: <https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanometer>

POKAZ:



ŽRÓDŁA / KSIĄŻKI



- <https://github.com/Lab4US/pop-pl> (nasza prezentacja i pliki dodatkowe).
- <https://sound.eti.pg.gda.pl/student/eim/02-DzwiekMuzyczny.pdf> (po polsku!)
- Oscilloscope Music: <https://www.youtube.com/c/jerobeamfenderon1>

POŻEGNANIE



Good bye!

QUIZ MUZYCZNY

– gdzie to leciało? (film lub serial)



QUIZ MUZYCZNY — gdzie to leciało? (film lub serial)

