

# KRZYWE LISSAJOUS W 3D

## OPIS PROJEKTU

---

Od blisko dwustu lat znane i badane są krzywe odkryte przez Natchaniela Bowditcha, a szczegółowo przebadane przez Julesa Lissajous, któremu zawdzięczają swą nazwę. Krzywe te powstają w wyniku złożenia dwóch drgań harmoniczných zachodzących w prostopadłych do siebie kierunkach. Dwuwymiarowa realizacja krzywej Lissajous jest bardzo prosta. Współrzędne  $x$  i  $y$  rysowanego punktu wyliczane są z równania sinusoidy przy czym sinusoidy w obu kierunkach mogą się różnić częstotliwością, amplitudą i fazą. W zależności od tych różnic, krzywe będą miały różny wygląd.

## WYMAGANIA PODSTAWOWE

---

Celem projektu będzie stworzenie odpowiednika krzywych Lissajous w trzech wymiarach. Zamiast dwóch współrzędnych zmieniających się w sposób sinusoidalny, będziemy mieli do czynienia z trzema takimi współrzędnymi:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  lub  $r$ ,  $\theta$ ,  $\phi$  (do wyboru przez użytkownika). Program powinien umożliwiać zmianę parametrów każdej z sinusoid. Krzywe przestrzenne powinny być rysowane jako zbiór punktów lub zbiór odcinków je łączących w zależności od wybranej przez użytkownika opcji. Powinna istnieć możliwość obracania narysowanych krzywych wokół trzech osi układu.

## WYMAGANIA ROZSZERZONE

---

Interesującym rozszerzeniem możliwości programu byłoby animowanie rysowanych krzywych. W takiej sytuacji należałoby ustalić maksymalną długość krzywej. Krzywa byłaby rysowana krok po kroku, po osiągnięciu ustalonej długości na początku krzywej dorysowywane byłyby nowe odcinki, a na końcu usuwane stare. Stare odcinki mogłyby również zmieniać kolor lub blednąć i zanikać. Mogłoby to dać interesujące efekty wizualne. Program mógłby po każdym obrocie układu współrzędnych rysować krzywą od nowa lub (co byłoby bardziej atrakcyjne) animować krzywą w trakcie obracania.

## UWAGI DODATKOWE

---

Przy tworzeniu animacji proszę zwrócić uwagę, aby w poszczególnych krokach pętli rysowane były odcinki krzywej jednakowej długości. Innymi słowy odcinek czasu, o który inkrementujemy licznik czasu nie może być stały.