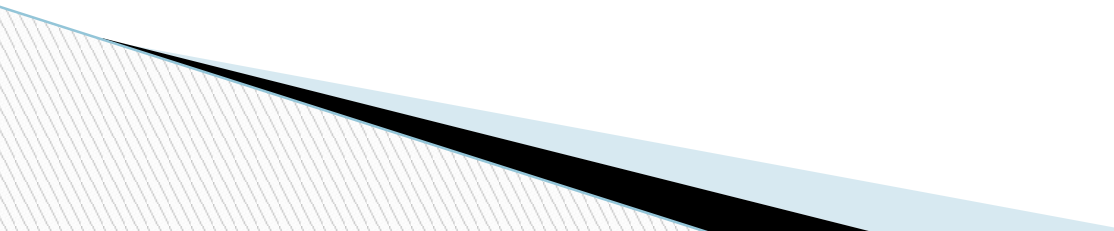


Імітаційна модель виміру параметрів сигналів частотної маніпуляції

Виконав студент 401-ТТ

Кохан Л.І.

Вступ

- Метою дослідження є підвищення якості навчального процесу з дисципліни «Теорія електричного зв'язку» за рахунок створення імітаційних моделей з використанням сучасних програмних засобів.
 - Предмет дослідження – методи модуляції і демодуляції сигналів частотної маніпуляції.
 - Об'єкт дослідження - процес зв'язку на основі сигналів частотної маніпуляції.
- 

Практична значимість роботи полягає в можливості застосування результатів роботи при проведенні лабораторних робіт з дисципліни «Теорія електричного зв'язку».

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розглянути теоретичні відомості про сигнали частотної маніпуляції;
- здійснити опис математичної моделі сигналів частотної маніпуляції;
- розробити імітаційну модель виміру параметрів сигналів частотної маніпуляції.

Маніпуляція сигналів

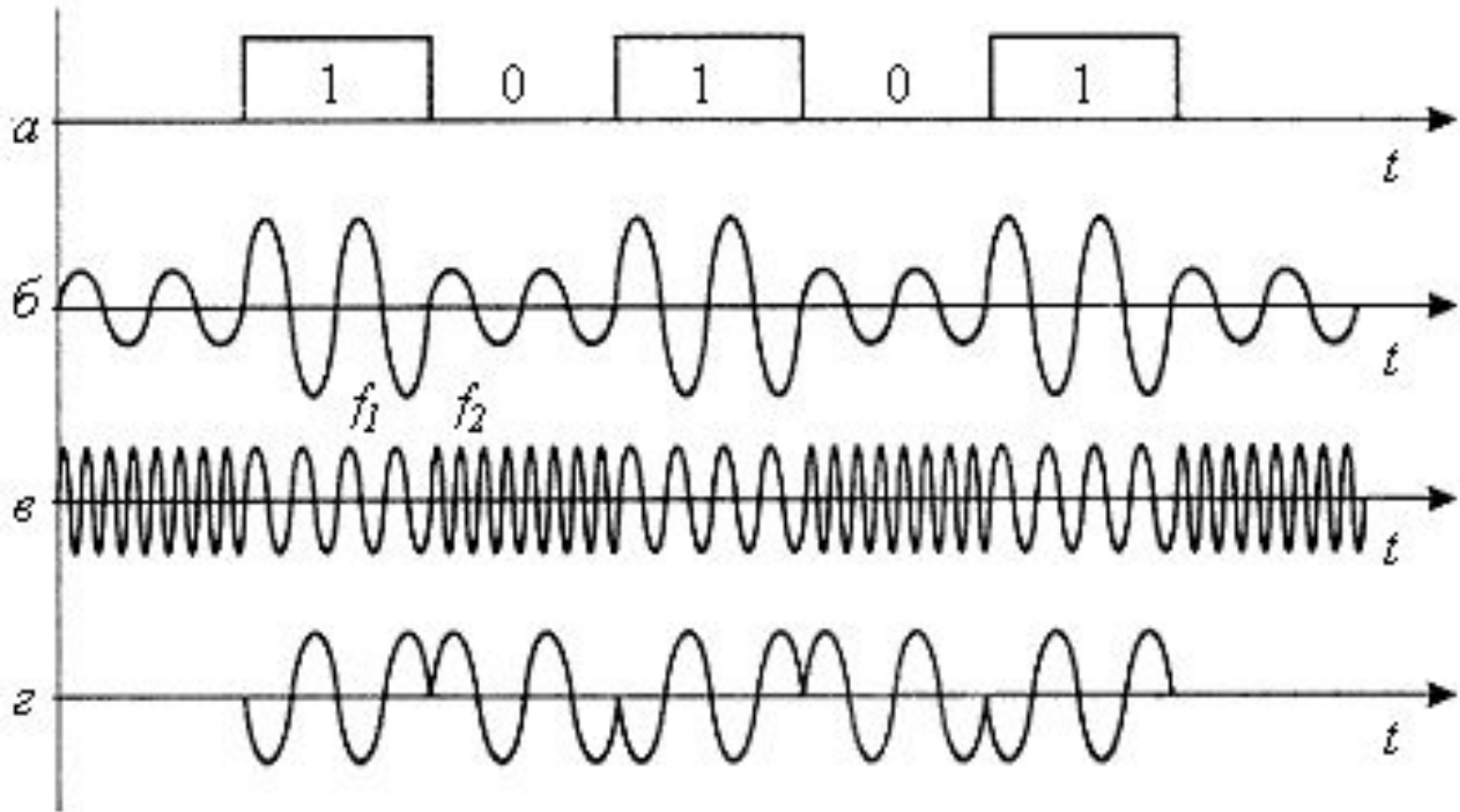


Рис. 1. Різні види маніпуляції: а – інформаційний сигнал, б – амплітудна маніпуляція, в – частотна маніпуляція, г – фазова маніпуляція

Маніпуляція інформаційного сигналу може поділятися:

1. За видом інформаційного сигналу:
 - аналогова (неперервна) маніпуляція (аналоговий сигнал);
 - дискретна маніпуляція (дискретний сигнал);
2. За видом переносника (або несучої частоти):
 - гармонічна (синусоїдальний сигнал);
 - імпульсна (прямокутний періодичний імпульс);
3. За видом параметрів несучої частоти, які зазнають зміни під дією інформаційного сигналу:
 - амплітудна маніпуляція;
 - частотна маніпуляція;
 - фазова маніпуляція;

Часове представлення цифрового сигналу

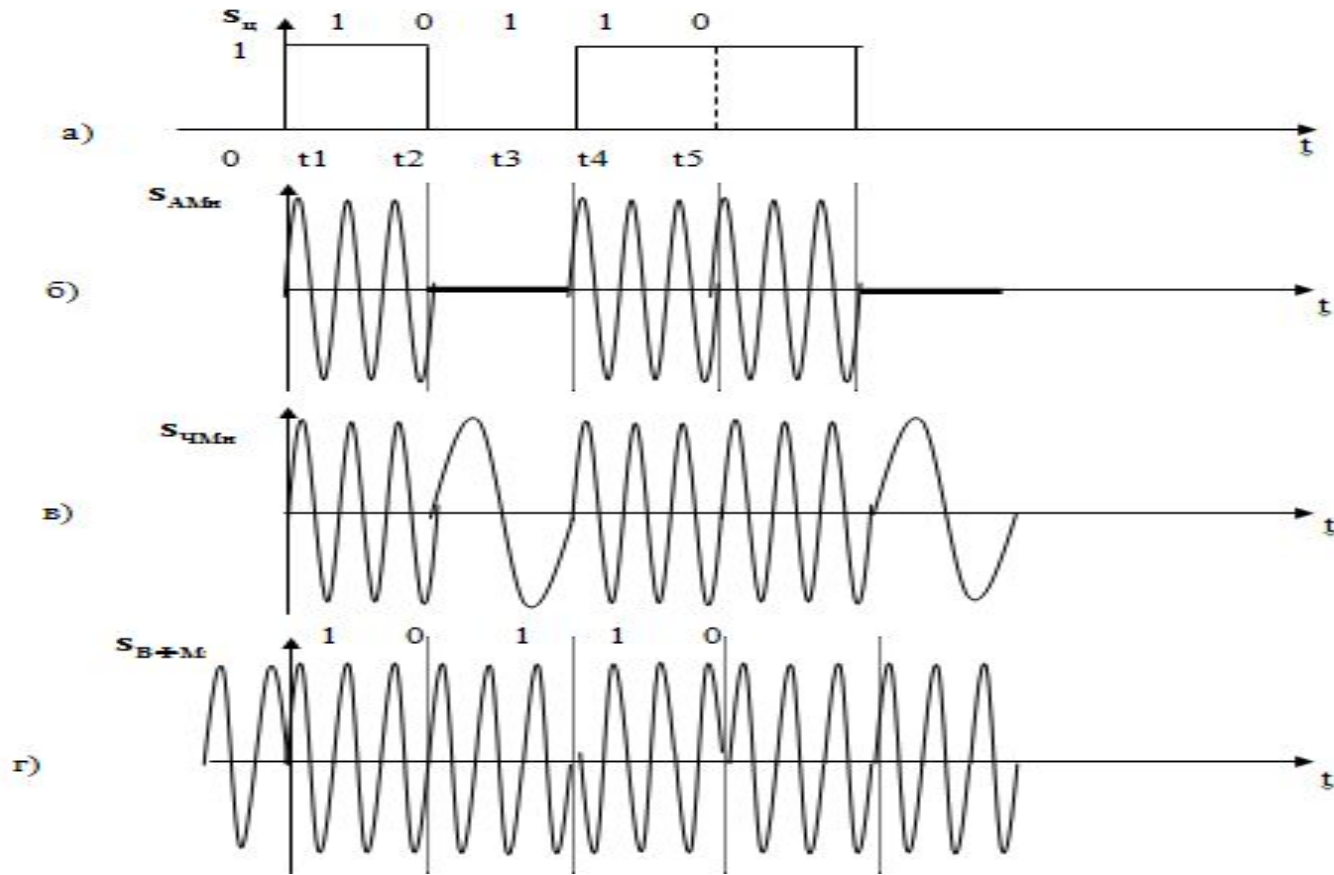


Рис. 2. Часове представлення цифрових радіосигналів з амплітудною, частотною та відносно-фазовою маніпуляціями.

Частотне представлення цифрового сигналу

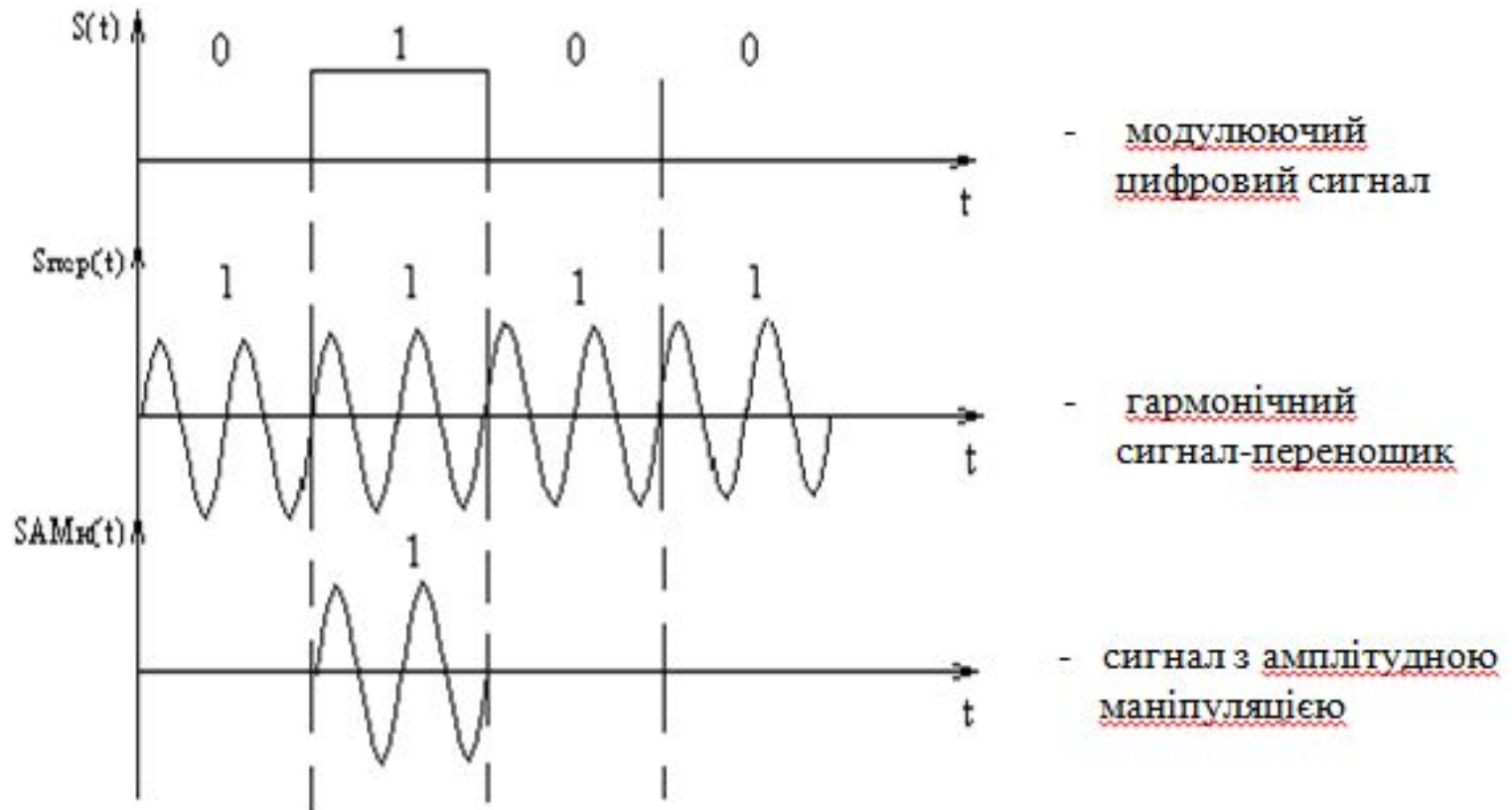


Рис. 3. Ілюстрація процесу формування радіосигналу з амплітудною маніпуляцією

FSK маніпуляція

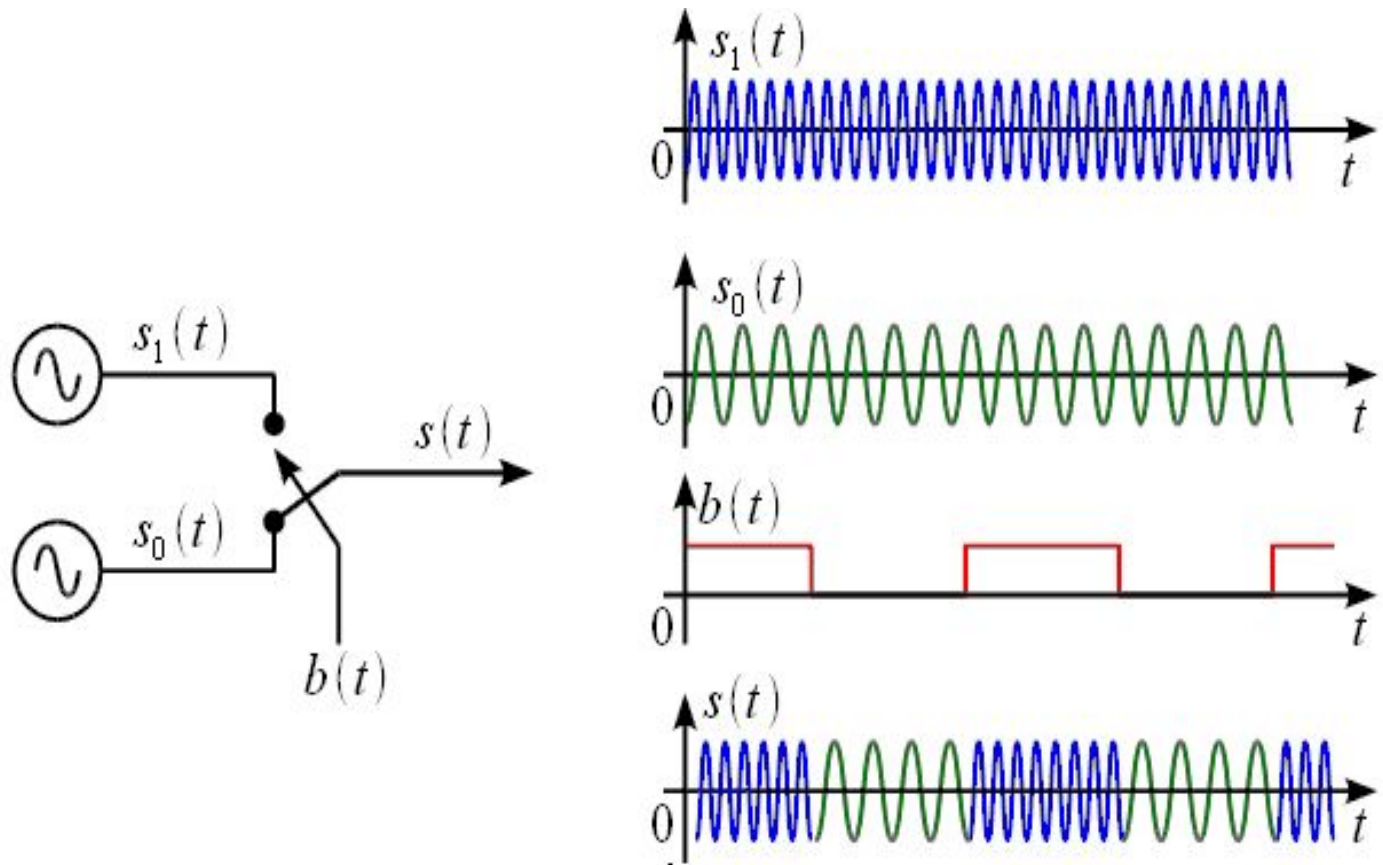


Рис. 4. Принцип формування FSK сигналу

Спектр FSK сигнала

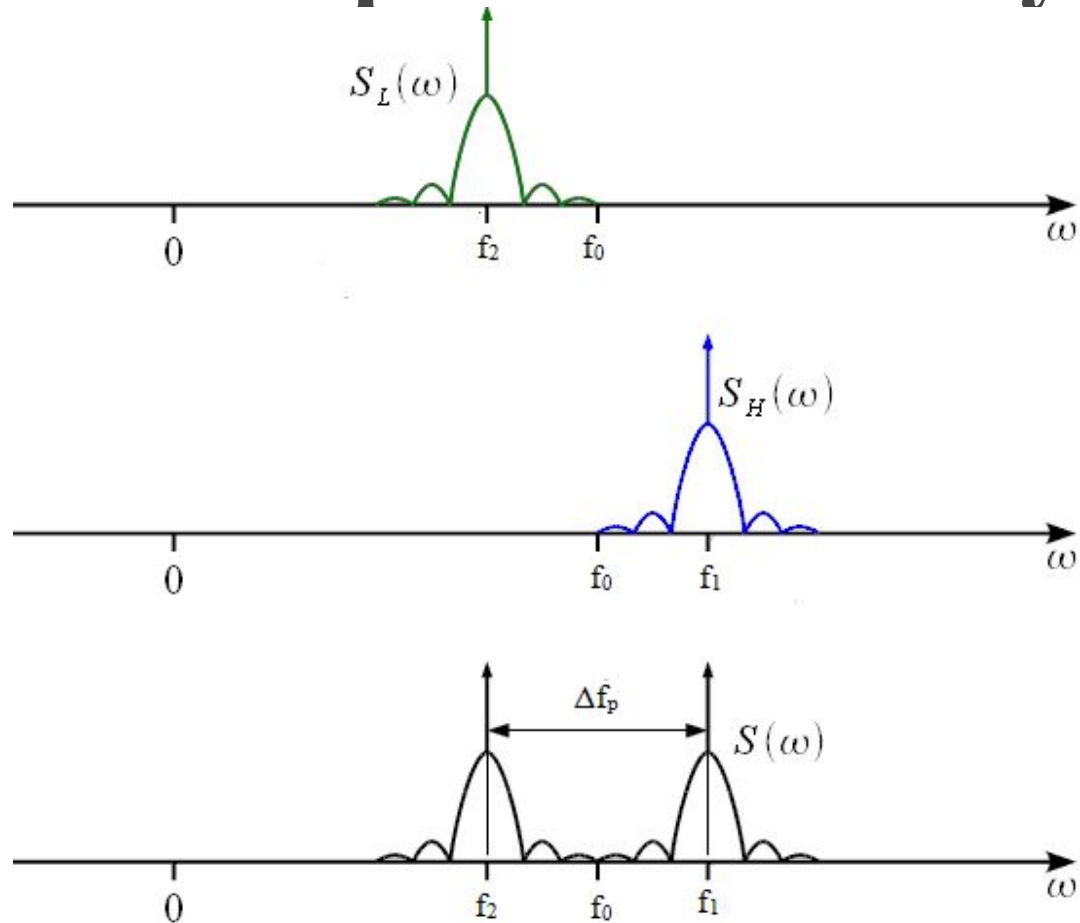


Рис. 5. Спектр FSK сигнала

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу з розривом фаз

$$A_0 := 0 \quad A_1 := 0 \quad A_2 := 1 \quad A_3 := 0 \quad A_4 := 1 \quad A_5 := 1$$

$$A^T = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1)$$

$$\tau := 1 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{sperv}(t) := \begin{cases} A_0 & \text{if } 0 \leq t < \tau \\ A_1 & \text{if } \tau \leq t < 2\tau \\ A_2 & \text{if } 2\tau \leq t < 3\tau \\ A_3 & \text{if } 3\tau \leq t < 4\tau \\ A_4 & \text{if } 4\tau \leq t < 5\tau \\ A_5 & \text{if } 5\tau \leq t < 6\tau \end{cases}$$

Рис 6 Запис вхідних значень

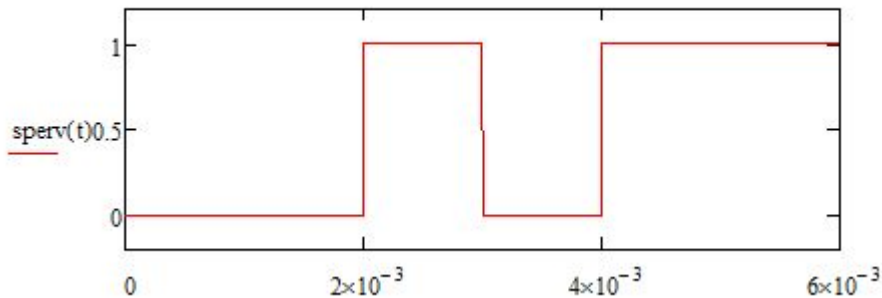


Рис. 8. Залежність напруги первинного сигналу

Рис. 7. Лістинг підпрограми для побудови первинного сигналу

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу з розривом фаз

$$f1 := 5000$$

$$f2 := 3000$$

$$\varphi1 := 0$$

$$\varphi2 := 0$$

$$s1(t) := \cos(2 \cdot \pi \cdot f1 \cdot t + \varphi1)$$

$$s2(t) := \cos(2 \cdot \pi \cdot f2 \cdot t + \varphi2)$$

Рис. 9. Запис вхідних даних і рівнянь для побудови гармонічних коливань

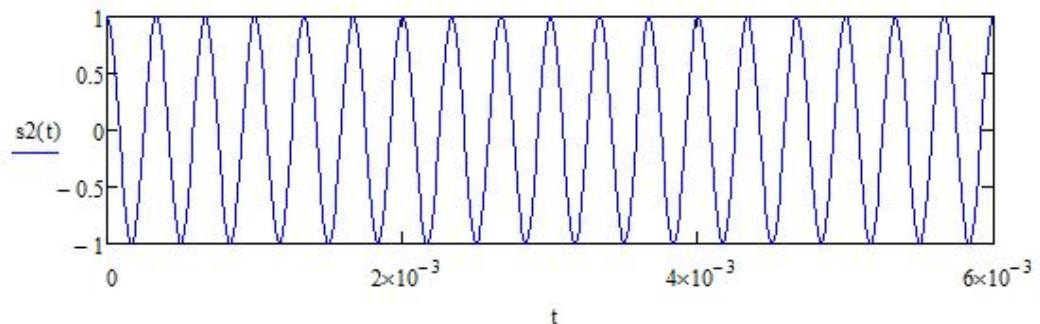
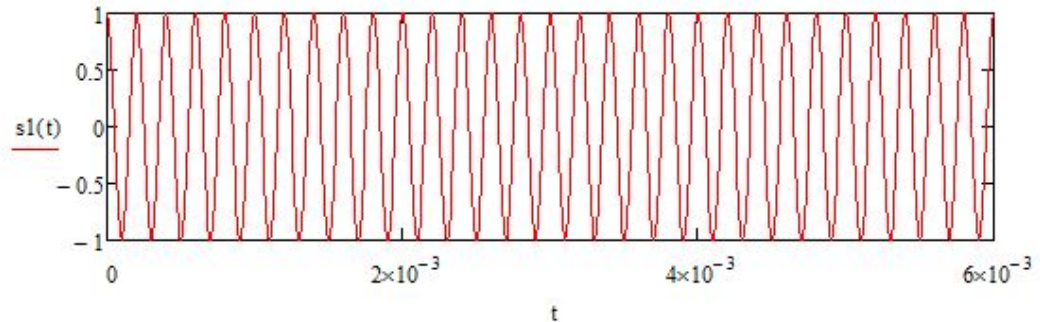


Рис. 10. Графіки коливань несучих частот

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу з розривом фаз

Faza := morm(20,0,1)

Faza ^T =	0	1	2	3	4	5	6	
	0	0.539	0.219	0.405	-1.156	-1.105	-1.103	...

Рис. 11. Вектор формування за допомогою функції *MahtCad*

Рис. 12. Лістинг програми для відтворення двійкової послідовності в частотний сигнал з розривом фаз.

```
s_FSK_razruv(t) := if 0 ≤ t < τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza0) if A0 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza0) if A0 = 0
                    if 1τ ≤ t < 2τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza1) if A1 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza1) if A1 = 0
                    if 2τ ≤ t < 3τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza2) if A2 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza2) if A2 = 0
                    if 3·τ ≤ t < 4·τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza3) if A3 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza3) if A3 = 0
                    if 4·τ ≤ t < 5τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza4) if A4 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza4) if A4 = 0
                    if 5τ ≤ t < 6·τ
                    | cos(2·π·f1·t + Faza5) if A5 = 1
                    | cos(2·π·f2·t + Faza5) if A5 = 0
```

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу з розривом фаз

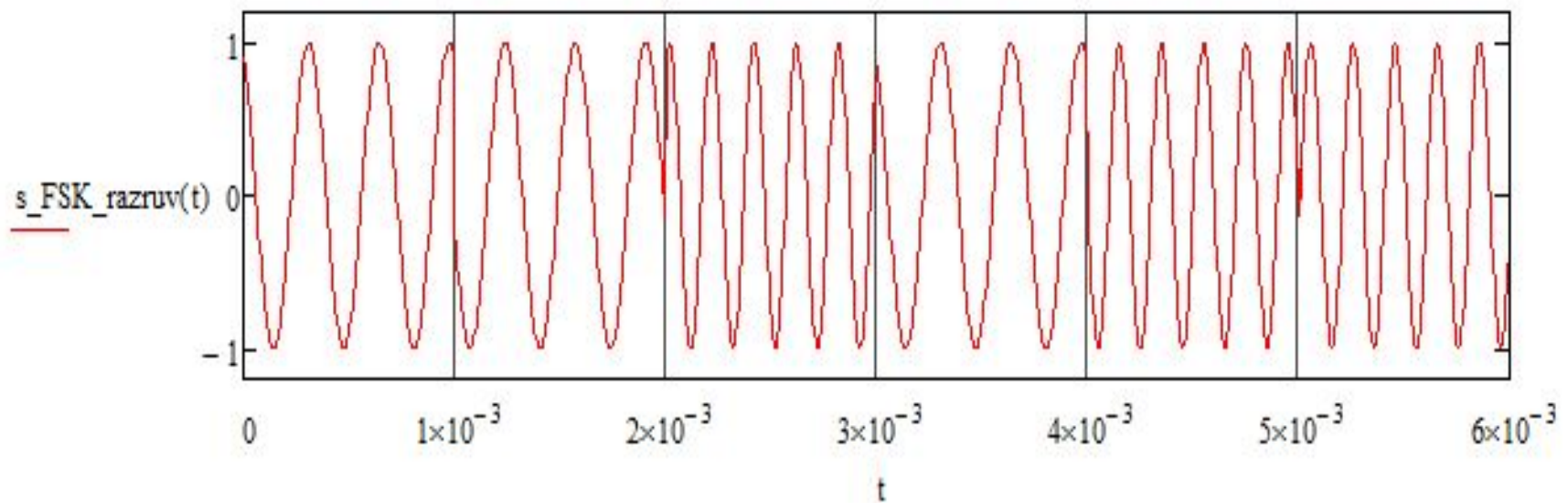


Рис. 13. Демонстрація частотноманіпульованих імпульсів з розривом фаз.

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу без розрива фаз

```
s_FSK(t) := if 0 ≤ t < τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A0 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A0 = 0  
             if 1τ ≤ t < 2τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A1 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A1 = 0  
             if 2τ ≤ t < 3τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A2 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A2 = 0  
             if 3·τ ≤ t < 4·τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A3 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A3 = 0  
             if 4·τ ≤ t < 5τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A4 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A4 = 0  
             if 5τ ≤ t < 6·τ  
             | cos(2·π·f1·t) if A5 = 1  
             | cos(2·π·f2·t) if A5 = 0
```

*Рис. 14. Лістинг програми для відтворення
двійкової послідовності в частотний сигнал без
розриву фаз.*

Дослідження частотної характеристики маніпуляції сигналу без розрива фаз

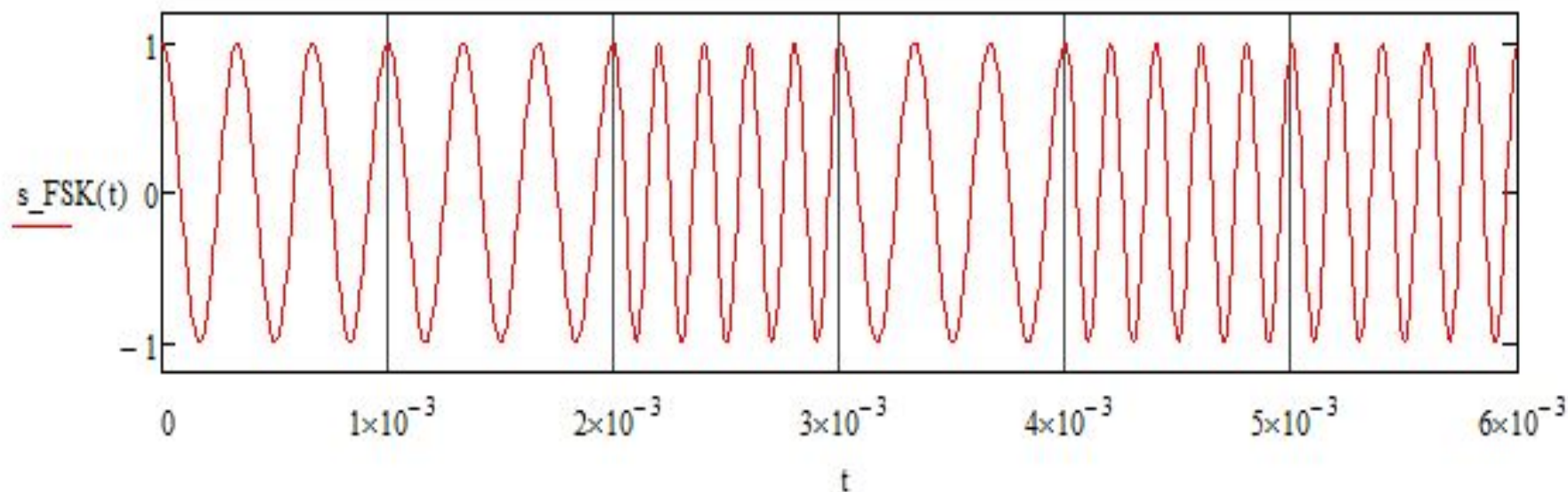


Рис. 15. Демонстрація частотноманіпульованих імпульсів без розриву фаз.

Дослідження спектру сигналів частотної маніпуляції

```
f0 := 3·106          a0 := 1
frazn := 200
T := 0.05    τ = 0.05
T := 2τ
F := 1/T    F = 10
-----
f1 := f0 + frazn/2
f2 := f0 - frazn/2
f2 - 3·F = 2999870
```

Рис. 16. Початкові дані

```
frecun0 := f2 - 3·F          Afrec0 := 2a0/3·π
frecun1 := f2 - 1·F          Afrec1 := 2a0/1·π
frecun2 := f2                Afrec2 := a0
frecun3 := f2 + 1·F          Afrec3 := 2a0/1·π
frecun4 := f2 + 3·F          Afrec4 := 2a0/3·π
frecun5 := f0                Afrec5 := 1/100
frecun6 := f1 - 3·F          Afrec6 := 2a0/3·π
frecun7 := f1 - 1·F          Afrec7 := 2a0/1·π
frecun8 := f1                Afrec8 := a0
frecun9 := f1 + 1·F          Afrec9 := 2a0/1·π
frecun10 := f1 + 3·F          Afrec10 := 2a0/3·π
```

Рис. 17. Лістинг підпрограми для виведення спектру частотно маніпульованого сигналу.

Дослідження спектру сигналів частотної маніпуляції

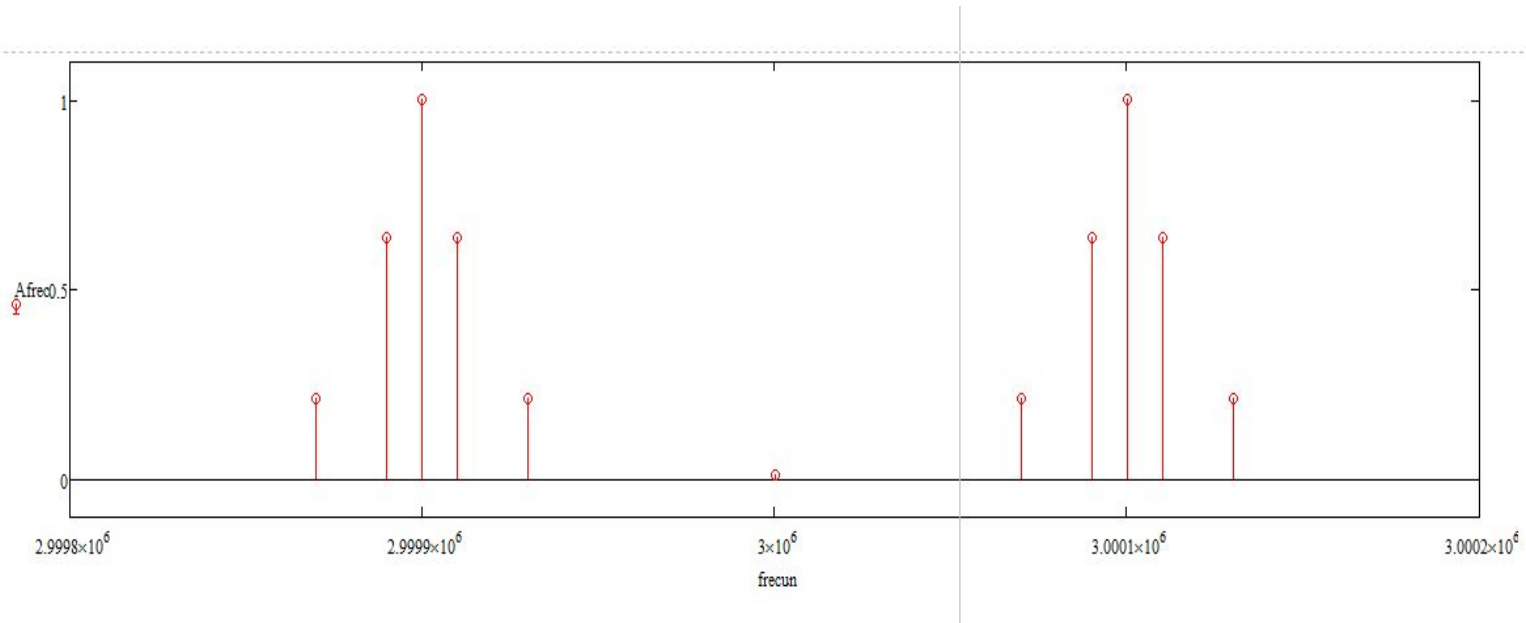


Рис. 18. Демонстрація спектру частотноманіпульованого сигналу

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ