

Вплив несинусоїдального навантаження на вимірювання потужності електричної енергії.

*Базилевич Микола Володимирович,
НУ «Львівська політехніка»*

$$P = P_1 + P_H$$

P_1 - активна потужність першої гармоніки, Вт;

P_H - активна потужність вищих гармонік, Вт;

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos(\Theta)$$

U_1 - діюче значення основної гармоніки напруги, В;

I_1 - діюче значення основної гармоніки струму, А;

$\cos(\Theta)$ - косинус кута між напругою та струмом;

$$P_H = U_0 \cdot I_0 + \sum_{h \neq 1} U_h \cdot I_h \cdot \cos(\Theta)$$

Додавання відбувається по всіх гармоніках h , включаючи субгармоніки та інтергармоніки

$$P = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n U_i \cdot I_i = \frac{W_a}{nn}$$

n -кількість відліків за період промислової частоти;
 U_i , I_i -миттєві значення напруги і струму;
 W_a – активна енергія, Вт·с

$$Q_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin(\Theta)$$

U_1 - діюче значення основної гармоніки напруги, В;
 I_1 - діюче значення основної гармоніки струму, А;
 $\sin(\Theta)$ - синус кута між напругою та струмом;

$$S^2 = P^2 + N^2$$

S - повна потужність, ВА;

P - активна потужність, Вт;

N – неактивна потужність, ВАр;

$$S_1 = U_1 \cdot I_1$$

U_1 - діюче значення основної гармоніки напруги, В;

I_1 - діюче значення основної гармоніки струму, А;

$$S_1^2 = P_1^2 + Q_1^2$$

Q_1 - значення реактивної потужності, ВАр;

$$S_N^2 = S^2 - S_1^2 = D_I^2 + D_U^2 + D_H^2$$

D_I – потужність спотворення струму, ВАр;

D_U – потужність спотворення напруги, ВАр;

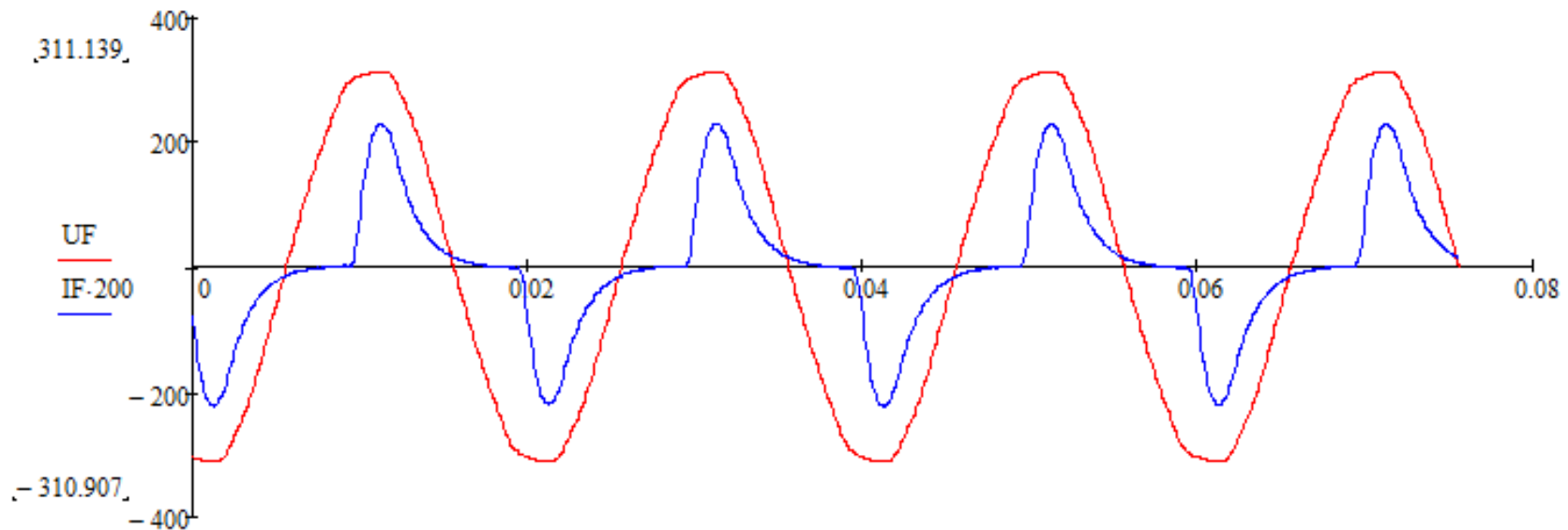
D_H – повна потужність вищих гармонік, ВАр;

$$D_I = U_1 \cdot I_H$$

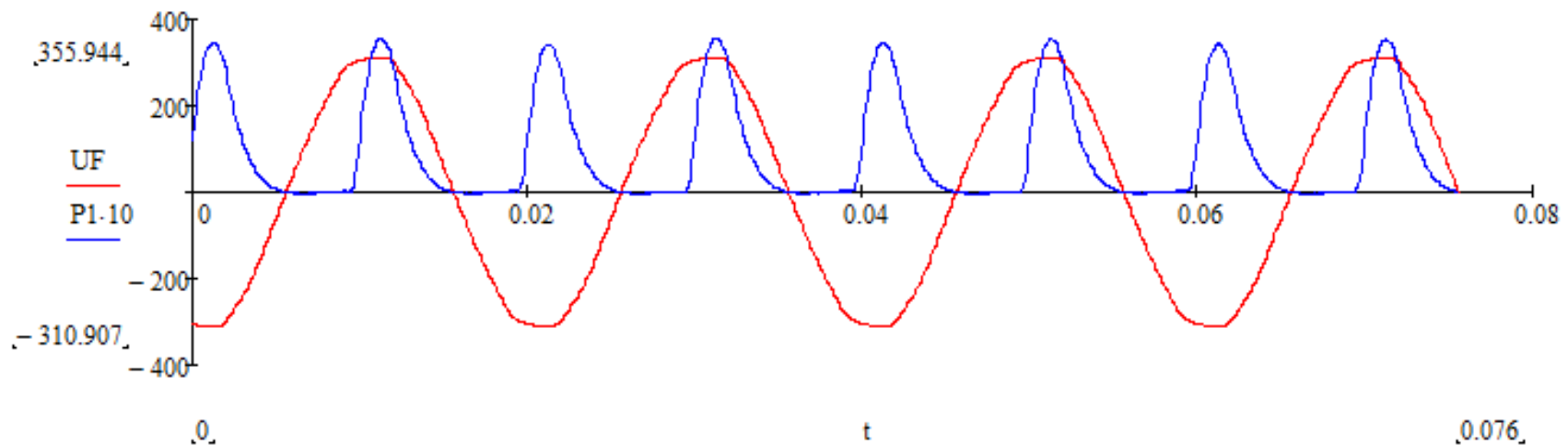
$$D_U = U_H \cdot I_1$$

$$S_H = U_H \cdot I_H$$

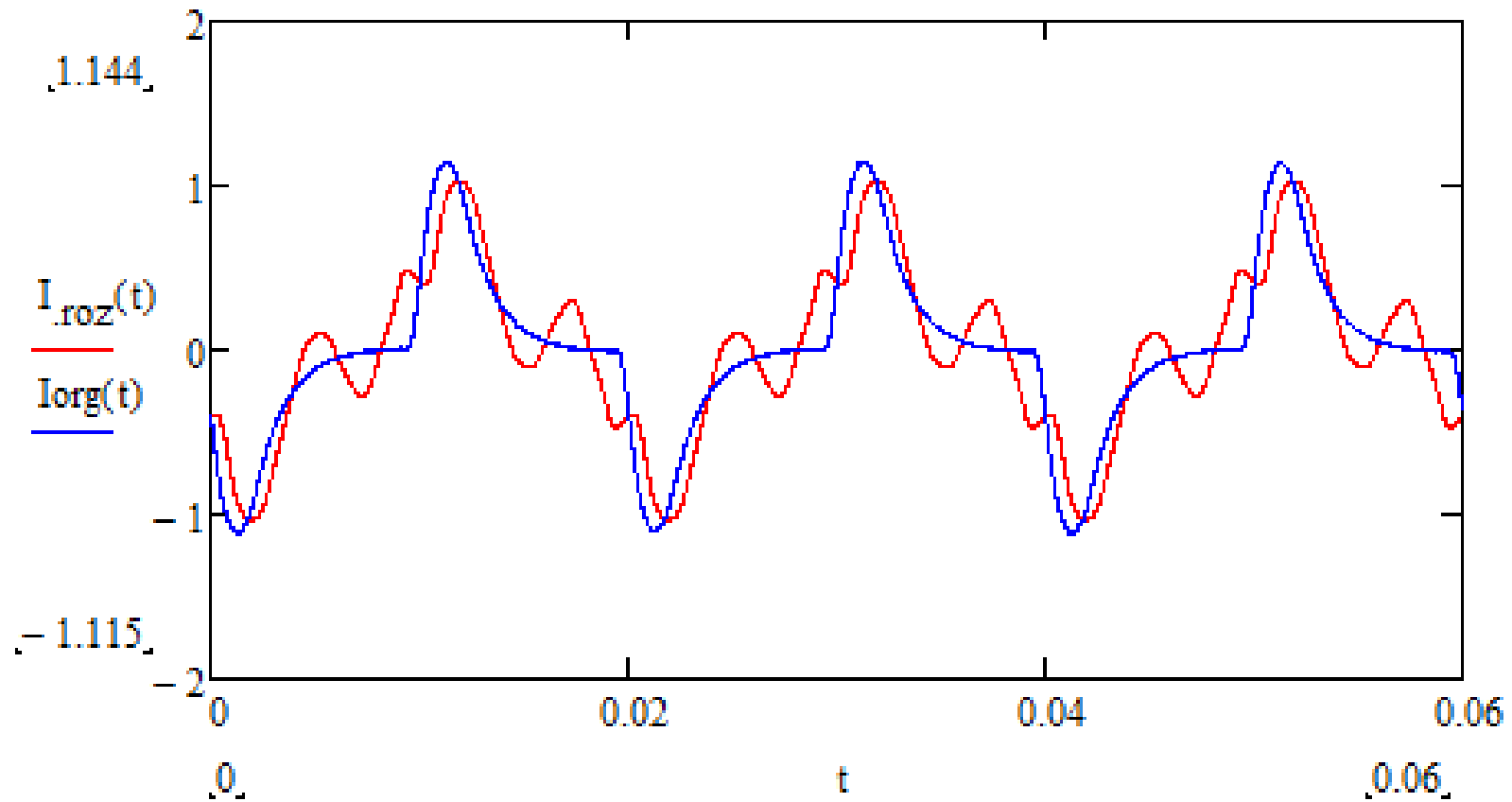
$$D_H = \sqrt{S_H^2 - P_H^2}$$



Натурна осцилограма напруг та струмів під час роботи імпульсного блоку живлення



Графік активної потужності, яку споживає імпульсний блок живлення



Графік миттєвих значень оригінального струму і струму, обчисленого з розкладу в ряд Фур'є

$$P = 90,501883 \text{ Вт}$$

Активна потужність обчислена по базовій формулі

$$P = 90,20673 \text{ Вт}$$

Активна потужність, обчислена як сума канонічних гармонік

$$\delta = 0,33$$

Похибка вимірювання активної потужності

$$P_1 = 90,8207 \text{ Вт}$$

Активна потужність першої гармоніки

$$S = 115,493438 \text{ ВА}$$

Повна потужність

$$Q_1 = 37,526758 \text{ ВАр}$$

Реактивна потужність

$$N = \sqrt{S^2 - P^2} = 74,14399 \text{ ВАр}$$

Неактивна потужність

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 98.268287 \text{ ВА}$$

Повна потужність, обчислена по класичній схемі