

الدارات الكهربائية 2

Electrical Circuits 2

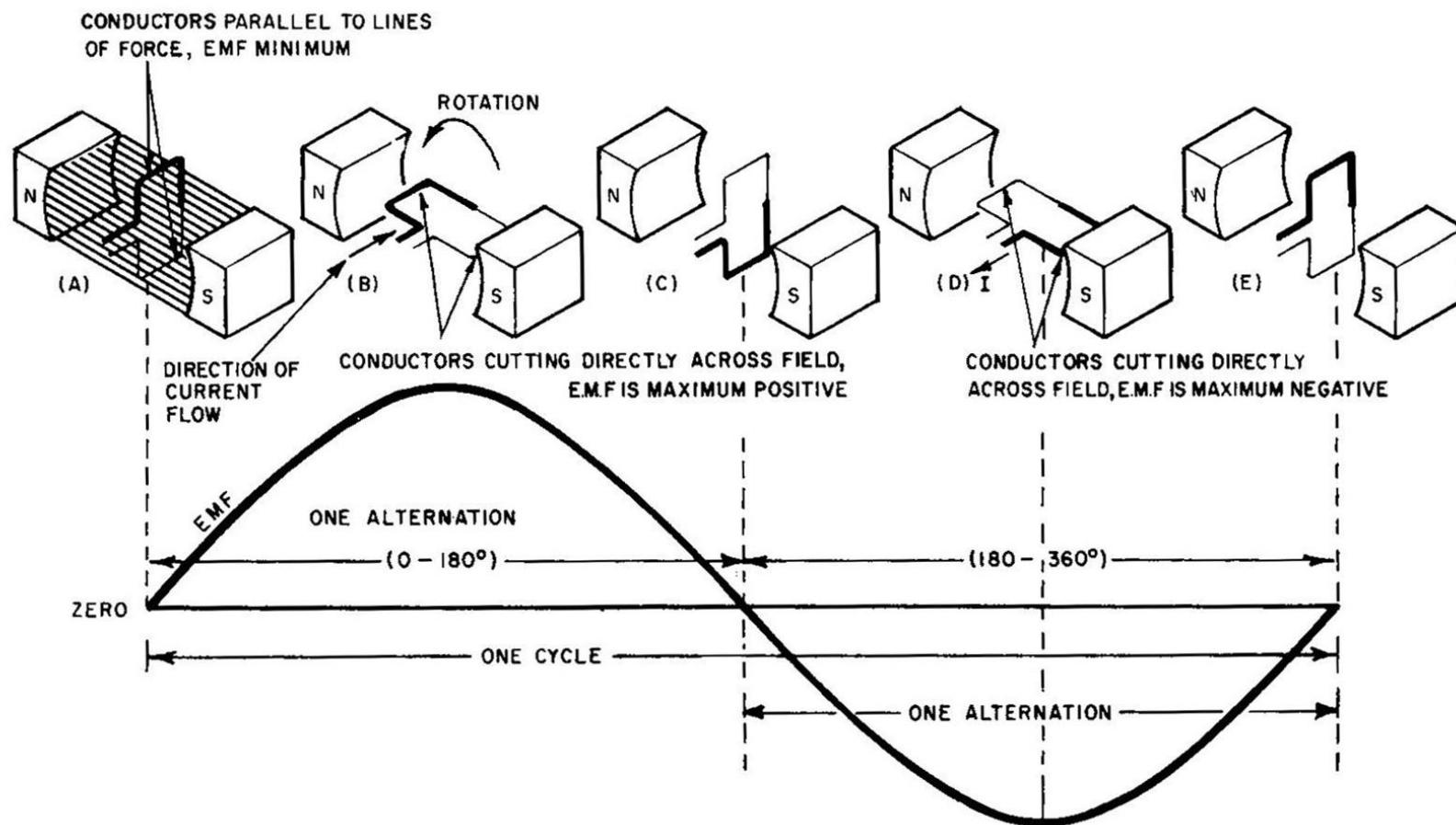
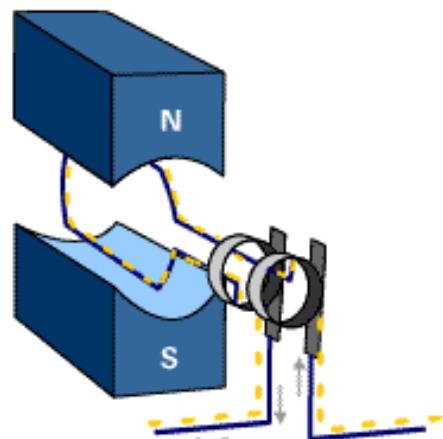
1

الدكتور المُهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

التيار المتناوب

Alternating Current (AC)

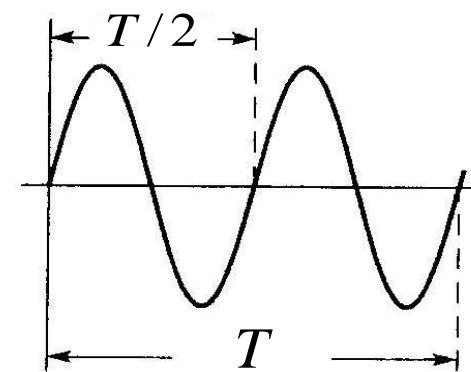
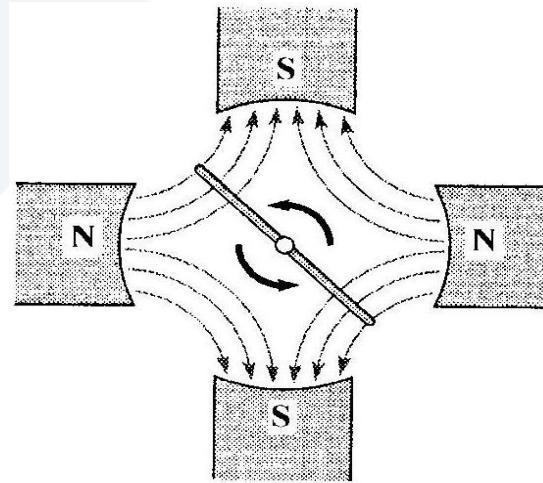
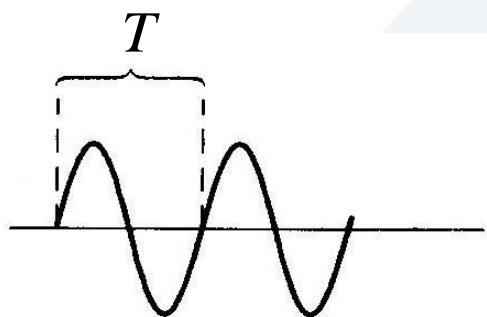
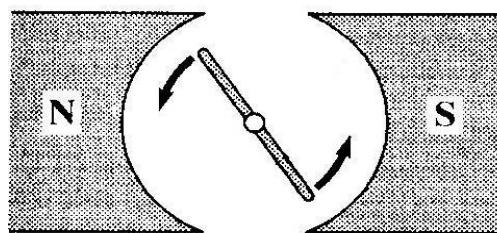
مبدأ توليد قوة ملتحمة متناوبة جيبية:



يظهر من الشكل ازدياد الجهد من الصفر حتى القيمة العظمى خلال الدور الأول بسبب دوران الملف من الزاوية 0° حتى الزاوية 90° . في الربع الثاني، يتناقص الجهد من قيمته العظمى حتى الصفر بشكل مناظر لازدياده في الربع الأول وذلك عند دوران الملف من الزاوية 90° حتى الزاوية 180° ، بعدها يسلك الجهد سلوكه في الربعين الأول والثاني ولكن بإشارة سالبة ليتشكل لدينا ما تبقى من الموجة الجيبية المتناوبة نتيجة دوران الملف ضمن العقل المغناطيسي من الزاوية 180° حتى الزاوية 360° .

وفقاً لذلك نحصل على موجة جيبية متناوبة للجهد دورها T . ويمكن زيادة تردد الموجة من خلال زيادة عدد الأقطاب المغناطيسية للآلية. فعندما تكون الآلة مكونة من قطبين فقط ($p=1$ عدد أزواج الأقطاب) فإن الناقل (الملف) سيجتاز الأقطاب مرة واحدة فقط ليتمكن من توليد دور واحد للموجة الجيبية المتناوبة. أما إذا كانت الآلة مكونة من أربعة أقطاب ($p=2$) فإن التردد سيتضاعف حيث سنحصل عنها على موجتين متناوبتين جيبيتين خلال دور واحد.

تغِير التردد بتغيير عدد أقطاب الآلة



عند دوران الناقل بين الأقطاب عدد من الدورات مقداره 50 دورة في الثانية،
عندما نقول أن تردد الموجة الناتجة هو 50 Hz ، ويكون الدور مساوٍ:

$$T = \frac{1}{50} = 0.02[\text{sec}]$$

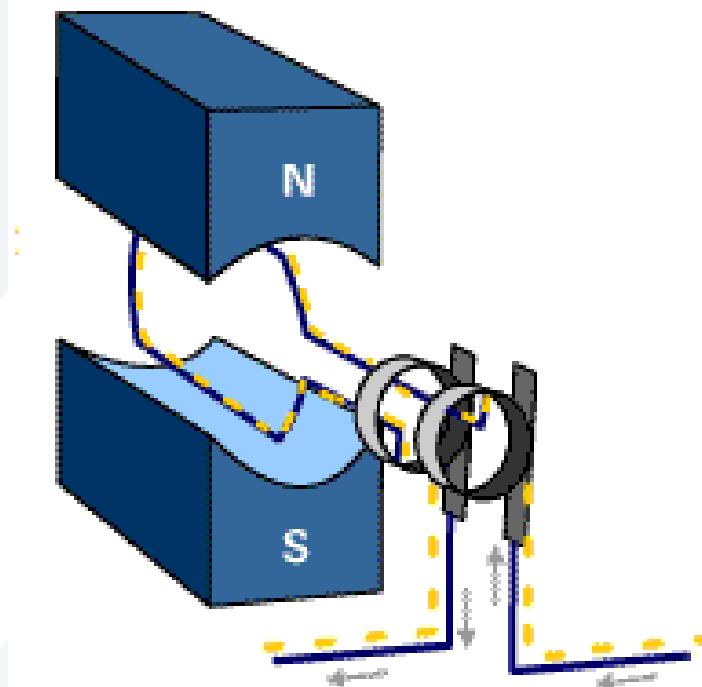
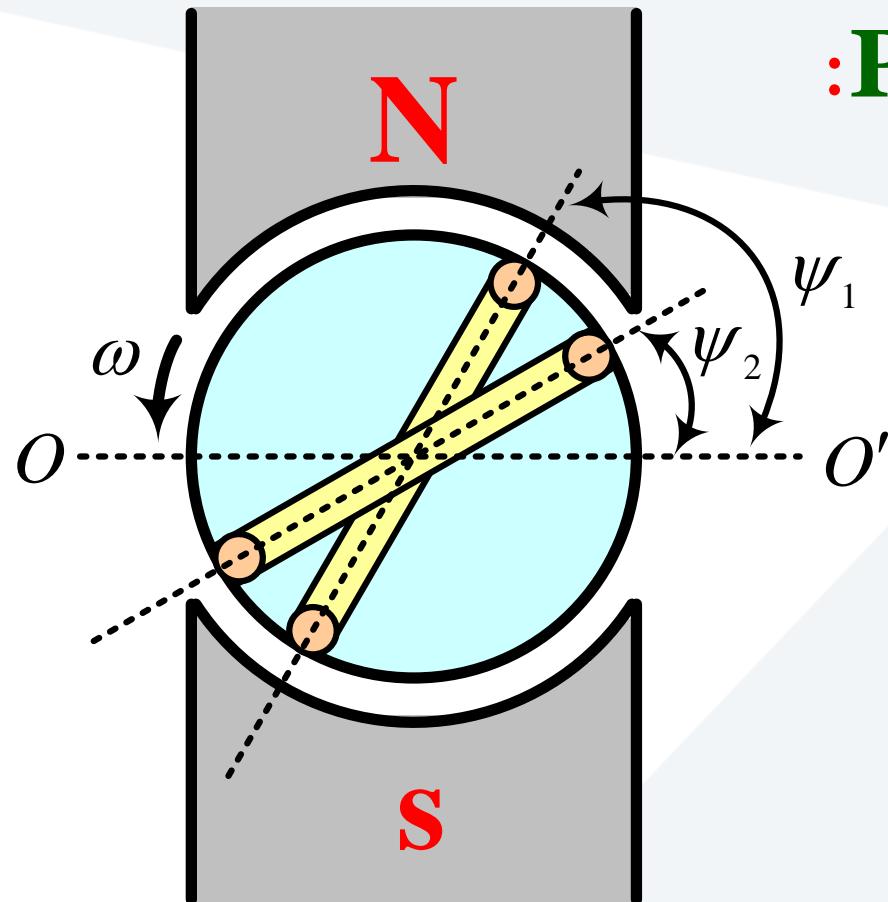
وبمقدار زيادة عدد دورات الناقل بين الأقطاب يزداد التردد.

يعطى تابع القيمة اللحظية للقوة المحركة الكهربائية الناتجة، وهو تابع جيبى متناوب، بالعلاقة:

$$e = E_m \cdot \sin \omega t$$

أى أن دوران الناقل داخل المغناطيسي واستناداً إلى أنس التحرير
المغناطيسي سبب نشوء قوة محركة كهربائية جيبية متناوبة

زاوية الإزاحة (زاوية الطور) : Phase Angle



عند دوران الدائرة بسرعة زاوية ω عكس عقارب الساعة، ويفرض أن الوشيعتان كانتا في اللحظة المدروسة متوضعتان بالنسبة للفط الحيادي بحيث تشكلان معه زوايا ψ_1 ، ψ_2 فإن القوتان المركتان الكهربائيتان الناتجتان تعطيان تعظيماً بالعلاقتين الآتتين:

$$e_1 = E_m \cdot \sin(\omega t + \psi_1)$$

$$e_2 = E_m \cdot \sin(\omega t + \psi_2)$$

تسمى الزاوية $(\psi + \omega t)$ زاوية الطور أو زاوية فرق الصفحة، حيث يتضح من العلاقات السابقة أن القيمة اللحظية للكمية الجيبية تتعدد من خلال المطال وزاوية الطور.

في اللحظة $t=0$ تصبح العلاقات السابقة بالشكل:

$$e_1 = E_m \cdot \sin \psi_1$$

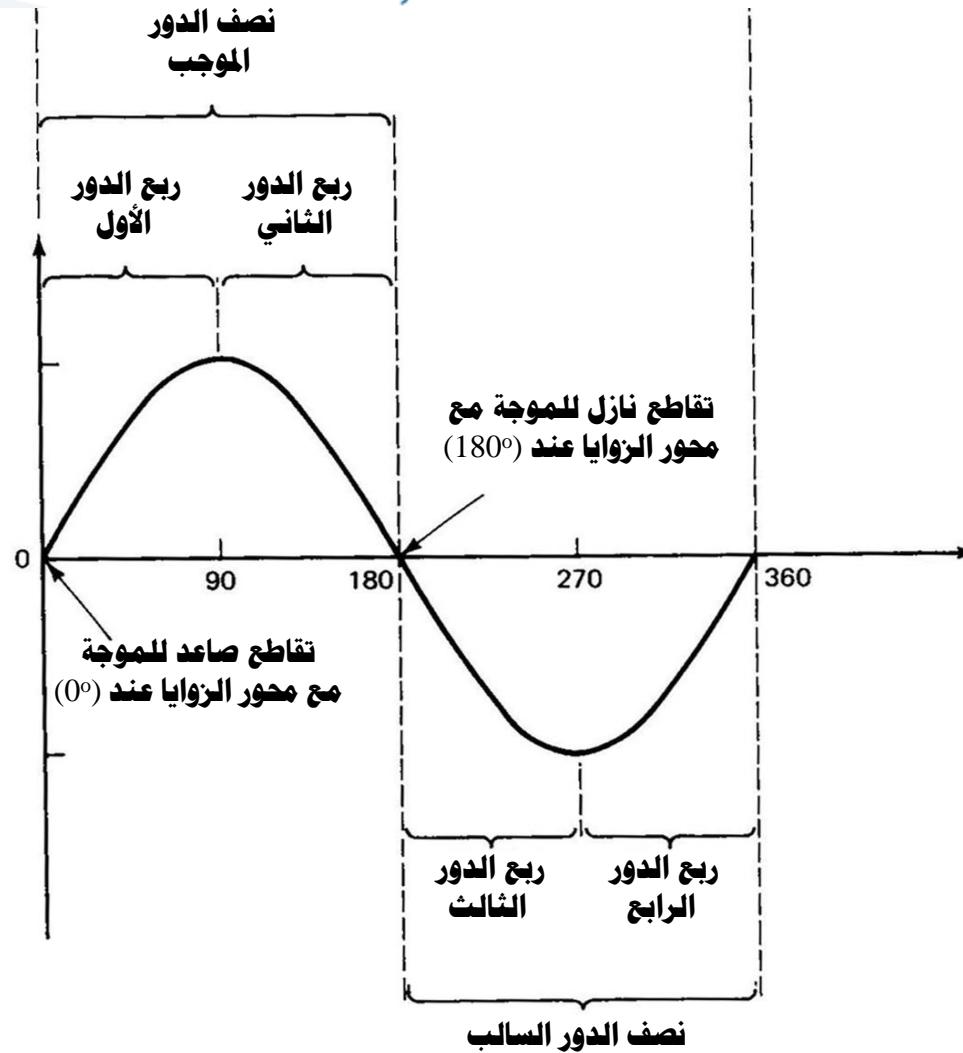
$$e_2 = E_m \cdot \sin \psi_2$$

تُسمى الزاويا Ψ_1, Ψ_2 اللتان تحددان قيم القوى المُحرّكة الكهربائية في اللحظة الابتدائية بزوايا الطور الابتدائية، وبالتالي تتحدد الكمية الجيبيّة من خلال المطال (القيمة الأعظميّة)، والتردد أو الدور، وزاوية الطور الابتدائية.

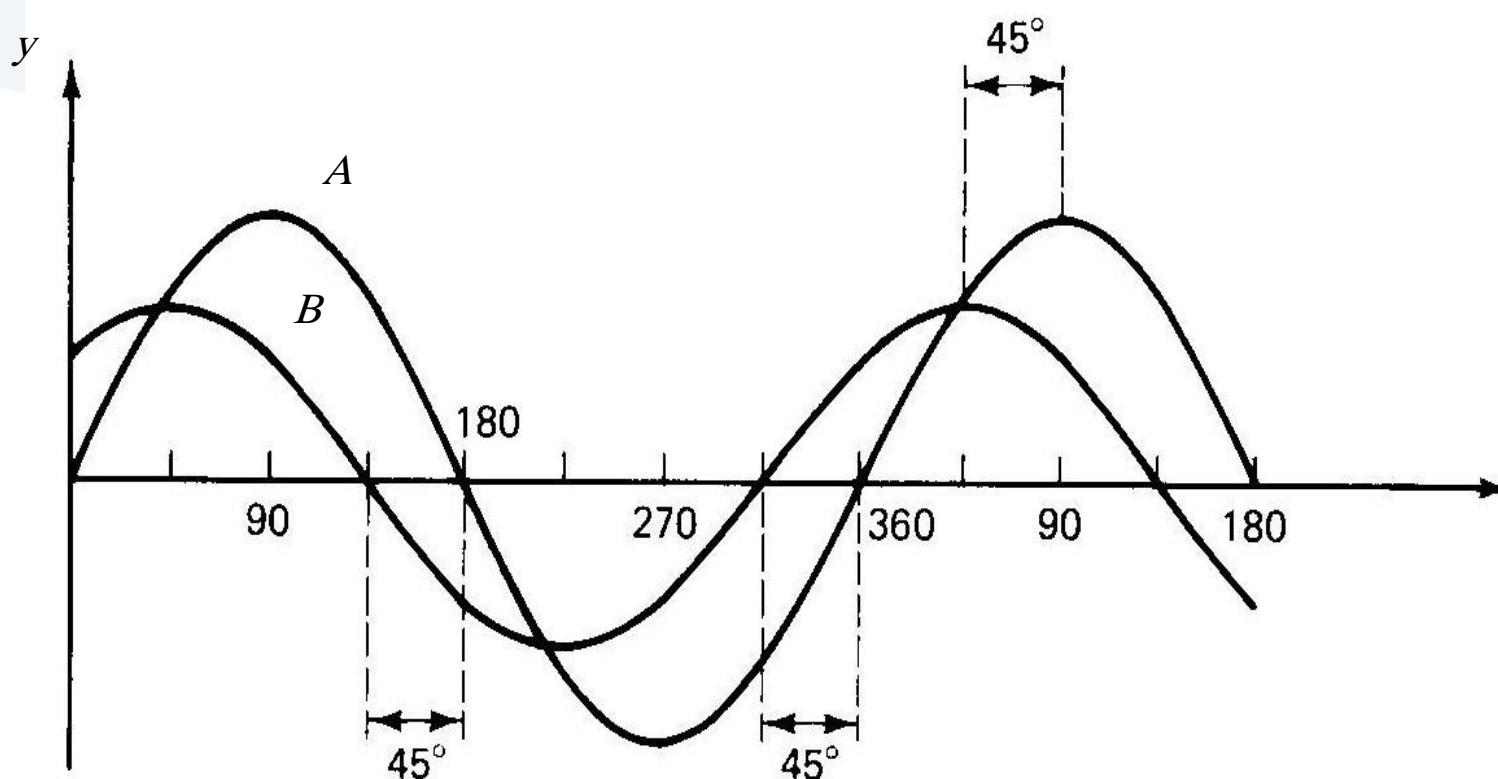
يُسمى الفرق بين زوايا الطور الابتدائية لكميّتين جيبيّتين لهما التردّد نفسه بزاوية الإزاحة الطوريّة (Phase Angle): $\Psi = \Psi_1 - \Psi_2$

تبين هذه الزاوية الفترة الزمنية t التي تبلغ فيها إحدى هذه الكميات بداية الدور قبل الكمّيّة الأخرى:

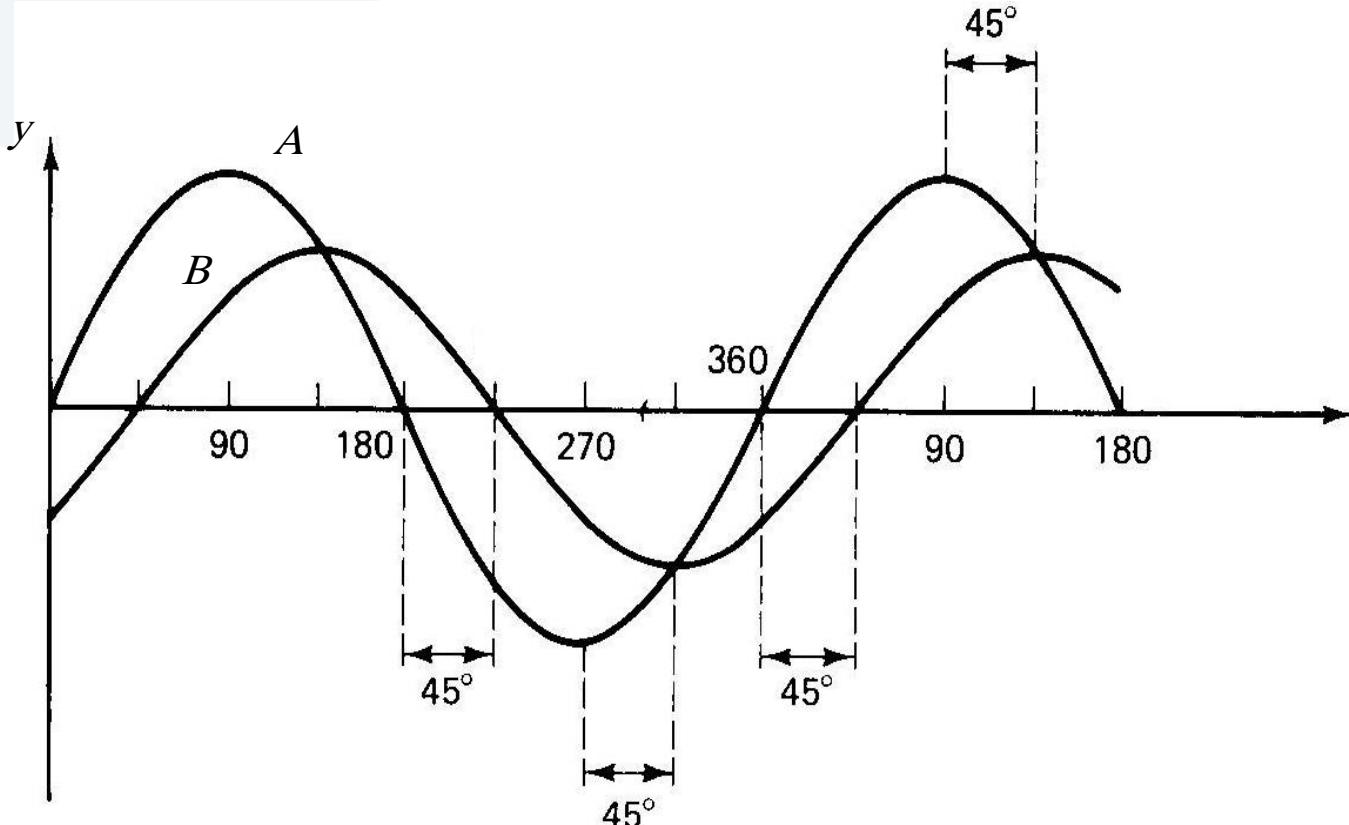
$$t = \frac{\Psi}{\omega} = \frac{\Psi \cdot T}{2\pi}$$



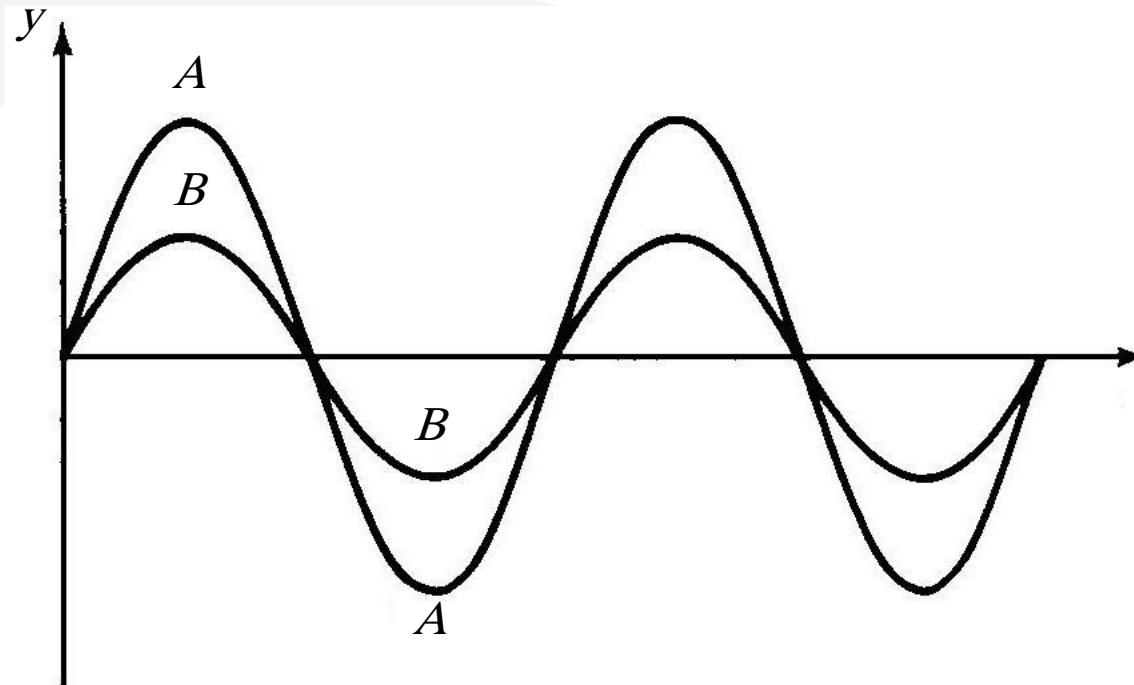
تُعد الكمية الجبيرة التي تبلغ الدور قبل الآخرى متقدمة بالطور (Lead)، بينما تُعد الكمية التي تبلغ القيمة نفسها، ولكن بشكل متأخر عن الكمية الأولى متأخرة بالطور (Lag).



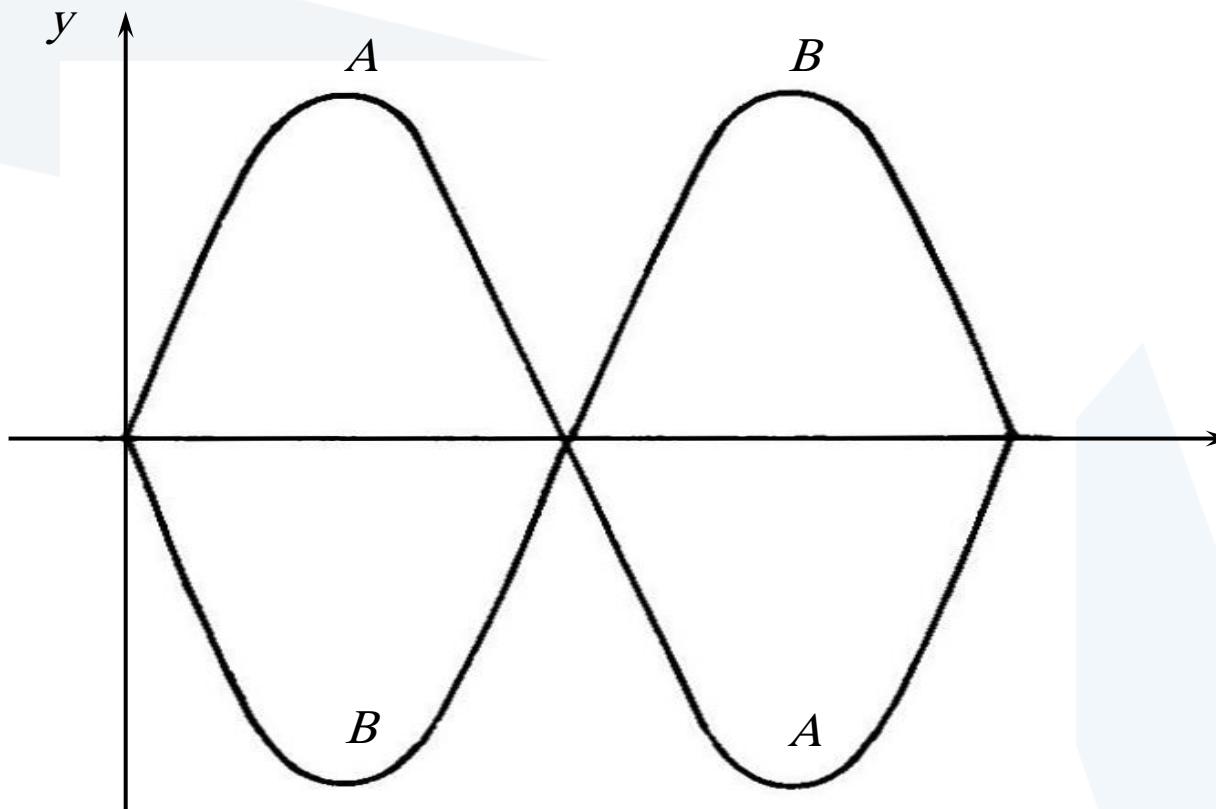
الموجة B متقدمة على الموجة A



الموجة A متقدمة على الموجة B



الموجة A مطابقة بالطور للموجة B



الموجة A متعاكسة بالطور مع الموجة B

قوتان محرّكتان كهربائيتان قيمتهما:

$$e_1 = E_m \cdot \sin(\omega t + 60^\circ)$$
$$e_2 = E_m \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$$

احسب بالراديان زاوية الإزاحة الطورية بينهما، وزمنها إذا كان التردد هي 50 Hz .

لحساب زاوية الإزاحة حول الزوايا من الدرجة إلى رadians كما يأتي:

$$\left. \begin{array}{l} \Psi_1 = \frac{60^\circ \times 2\pi}{360^\circ} = \frac{\pi}{3} \\ \Psi_2 = \frac{30^\circ \times 2\pi}{360^\circ} = \frac{\pi}{6} \end{array} \right\} \Rightarrow \Psi = \Psi_1 - \Psi_2 = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} [\text{rad}]$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 [\text{sec}]$$

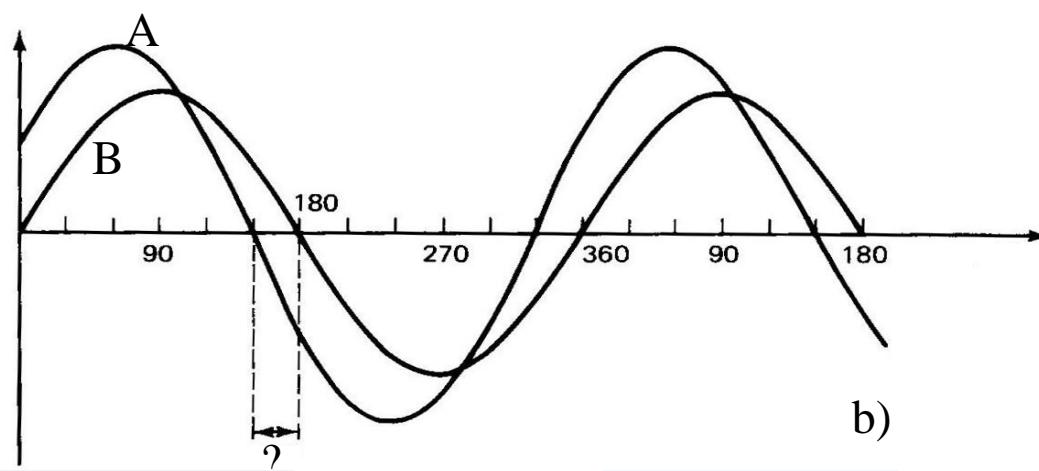
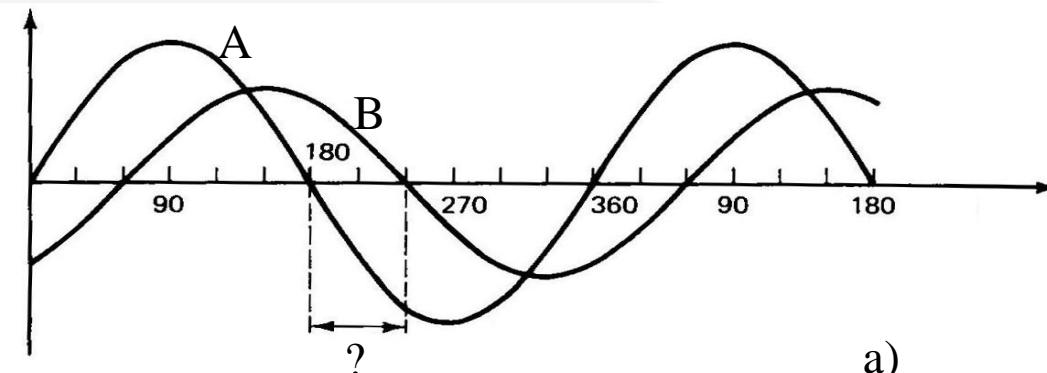
الدور:

زمن الإزاحة الطورية بين e_1 و e_2

$$t = \frac{\Psi}{\omega} = \frac{\Psi}{2\pi \cdot f} = \frac{\Psi \cdot T}{2\pi} = \frac{\pi \times T}{6 \times 2 \times \pi} = \frac{T}{12} = \frac{0.02}{12} = 0.00166 [\text{sec}]$$

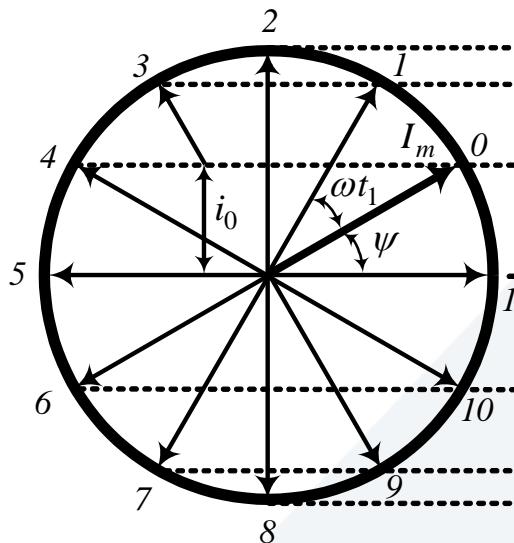
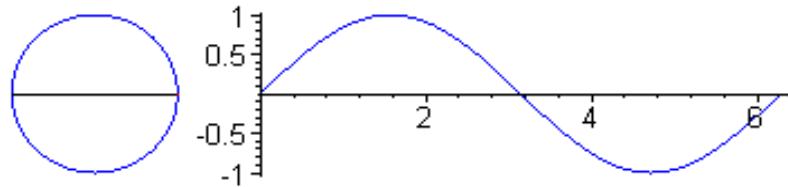
مثال 2

الموجة A متقدمة على الموجة B بزاوية 60 درجة

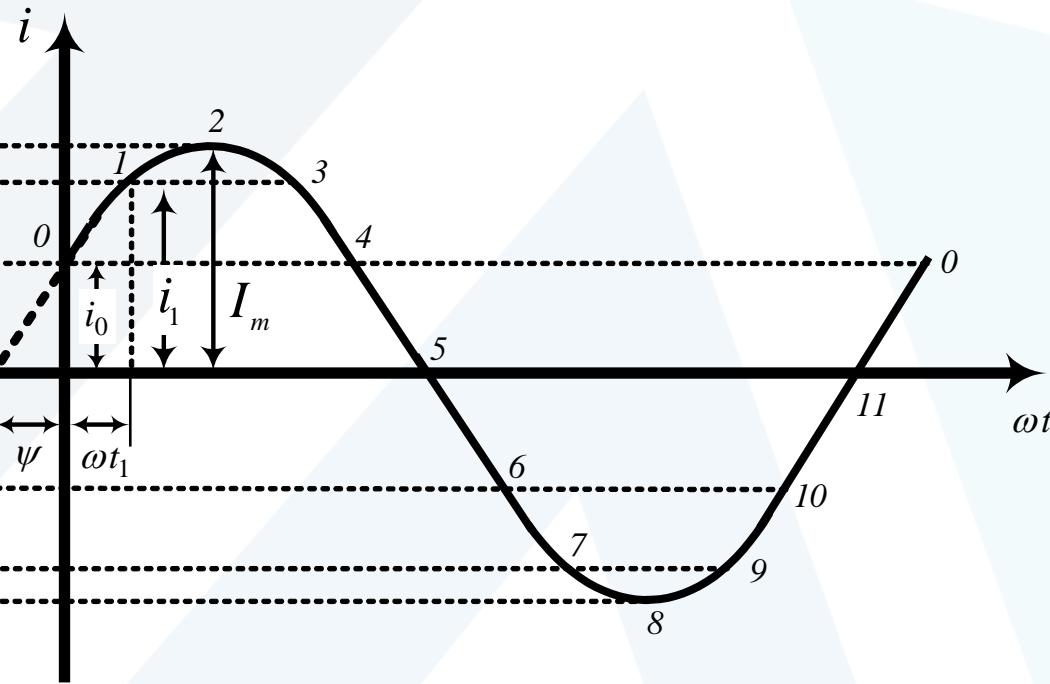


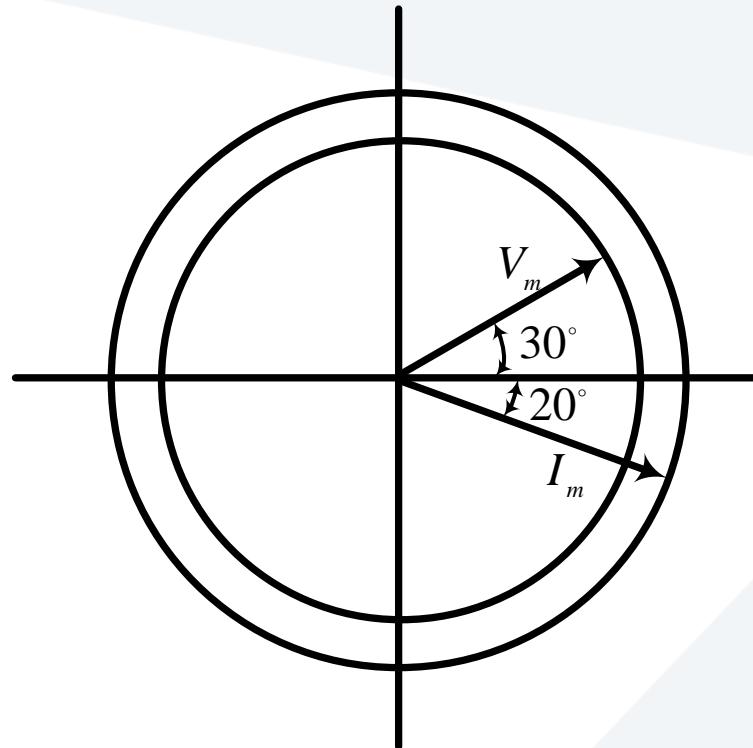
الموجة A متقدمة على الموجة B بزاوية 30 درجة

Sine Function



التمثيل الشعاعي للتوابع المتناوبة الجيبية واستعماراته:





$$v = 125 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$i = 12 \cdot \sin(\omega t - 20^\circ)$$

فإذا اعتمدنا مقاييس الرسم الآتية:

$$M_v = 50 \text{volts/cm}, M_i = 4 \text{A/cm}$$

فإن قيم الجهد والتيار كأطوال تكون متساوية:

$$V_m(\text{cm}) = \frac{V_m(\text{volts})}{M_v} = \frac{125}{50} = 2.5[\text{cm}]$$

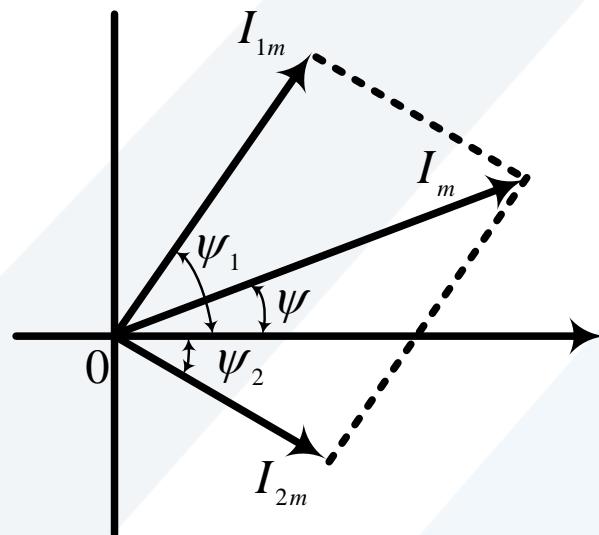
$$I_m(\text{cm}) = \frac{I_m(\text{A})}{M_i} = \frac{12}{4} = 3[\text{cm}]$$

$$i_1 = I_{1m} \cdot \sin(\omega t + \psi_1)$$

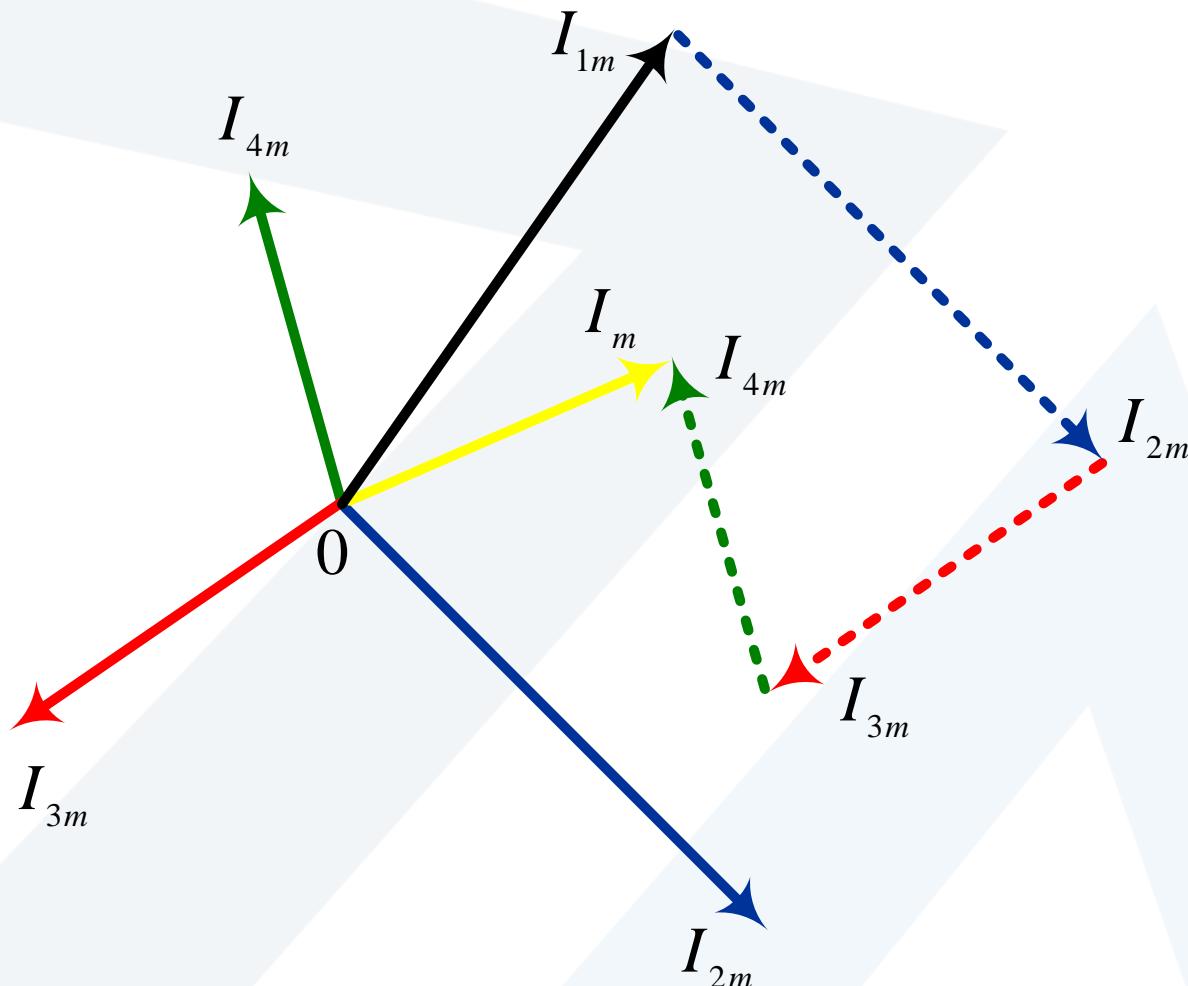
$$i_2 = I_{2m} \cdot \sin(\omega t + \psi_2)$$

فإذا أردنا جمع هذين التيارين، يمكننا كتابة معادلة المجموع بالشكل الآتي:

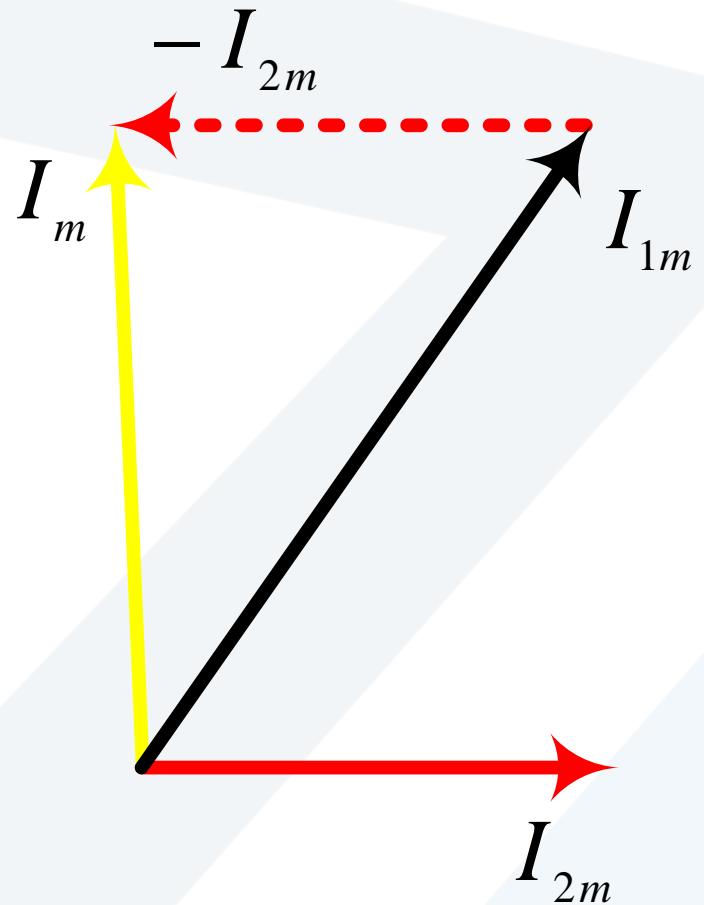
$$i_1 + i_2 = I_{1m} \cdot \sin(\omega t + \psi_1) + I_{2m} \cdot \sin(\omega t + \psi_2)$$



$$I_m = \sqrt{I_{1m}^2 + I_{2m}^2 + 2 \cdot I_{1m} \cdot I_{2m} \cdot \cos(\psi_1 - \psi_2)}$$



عملية طرح شعاعين:



حالات خاصة:

