

الدارات الكهربائية 2

Electrical Circuits 2

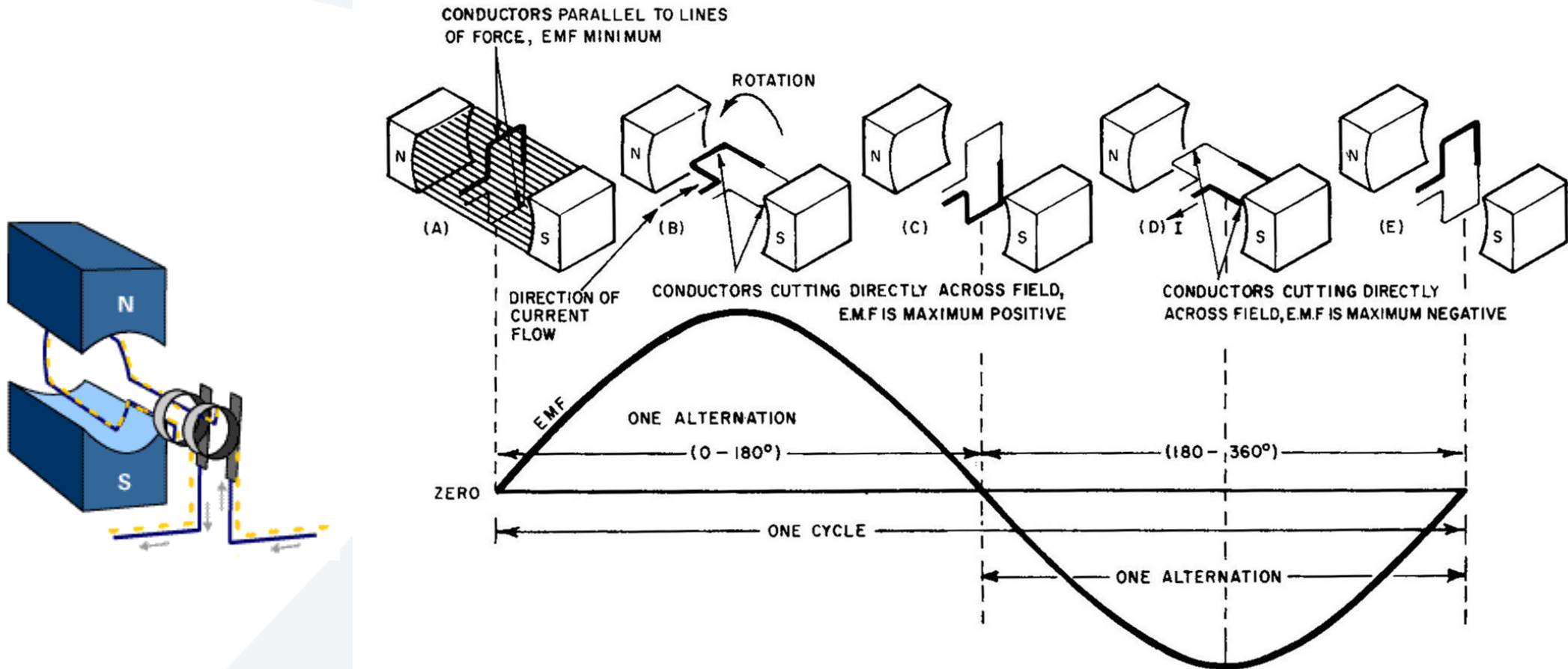
1

الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

التيار المتناوب

Alternating Current (AC)

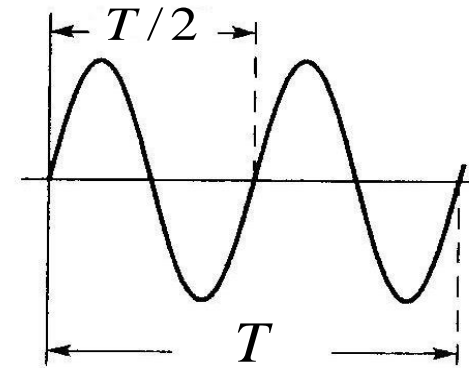
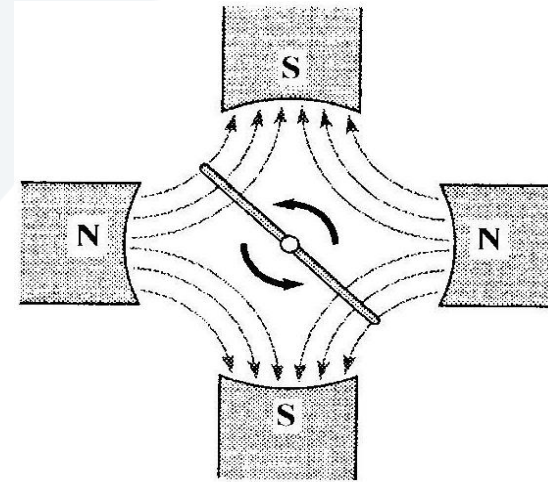
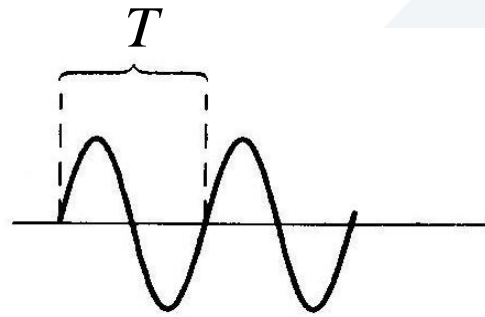
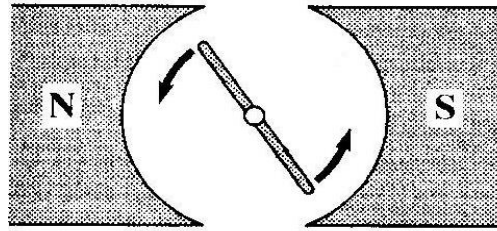
مبدأ توليد قوة محرك كهربائية متناوبة جيبية:



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 لآزدياده 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 الحقل المغناطيسي من الزاوية (180°) حتى الزاوية (360°).

وفقاً لذلك نحصل على موجة جيبيية متناوية للجهد دورها T . ويمكن زيادة تردد الموجة من خلال زيادة عدد الأقطاب المغناطيسية للآلة. 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 المتناوية. أما إذا كانت الآلة مكونة من أربعة أقطاب ($p=2$) فإن التردد سيتضاعف حيث سنحصل عندها على موجتين متناويتين جيبيتين خلال دور واحد.

تغيير التردد بتغيير عدد أقطاب الآلة



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

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

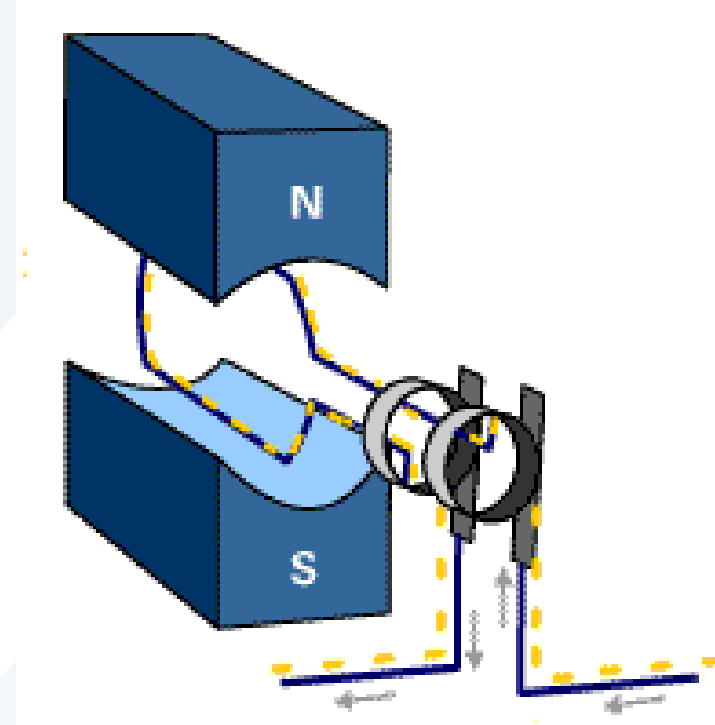
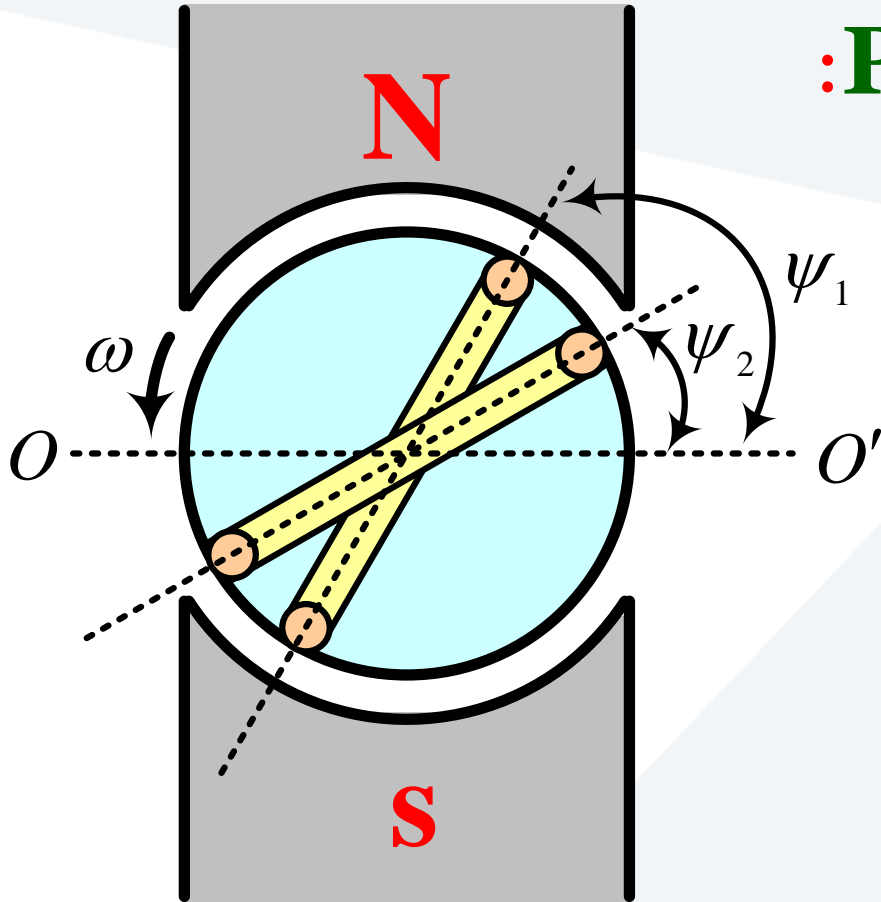
وبمقدار زيادة عدد دورات الناقل بين الأقطاب يزداد التردد.

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

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

أى أن دوران الناقل داخل المغناطيسي واستناداً إلى أسس التحريض المغناطيسي سبب نشوء قوة محركة كهربائية جيبية متناوية

زاوية الإزاحة (زاوية الطور) Phase Angle:



عند دوران الدائر بسرعة زاوية ω عكس عقارب الساعة، وبفرض أن الوشيعتان كانتا في اللحظة المدروسة متوضعتان بالنسبة للخط الحيادي بحيث تشكلان معه زوايا ψ_1 ، ψ_2 فإن القوتان المحركتان الكهربائيتان الناتجتان تعطيان لحظياً بالعلاقتين الآتيتين:

$$e_1 = E_m \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_1)$$

$$e_2 = E_m \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_2)$$

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

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

$$e_1 = E_m \cdot \text{Sin}\psi_1$$

$$e_2 = E_m \cdot \text{Sin}\psi_2$$

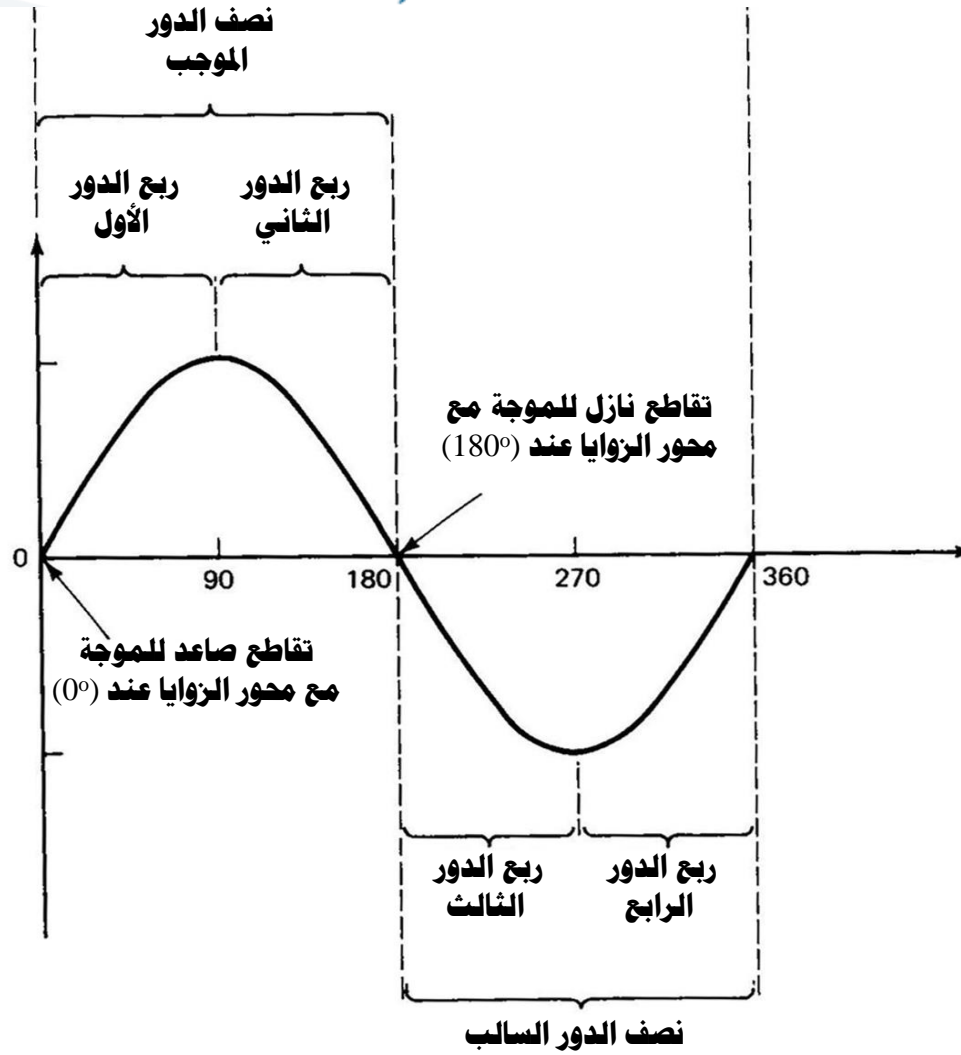
تسمى الزاويتان ψ_1 ، ψ_2 اللتان تحددان قيم القوى المحركة الكهربائية في اللحظة الابتدائية بزوايا الطور الابتدائية، وبالتالي تتحدد الكمية الجيبية من خلال المطال (القيمة الأعظمية)، والتردد أو الدور، وزاوية الطور الابتدائية.

يُسمى الفرق بين زاويا الطور الابتدائية لكميتين جيبيتين لهما التردد نفسه بزاوية الإزاحة الطورية (Phase Angle):

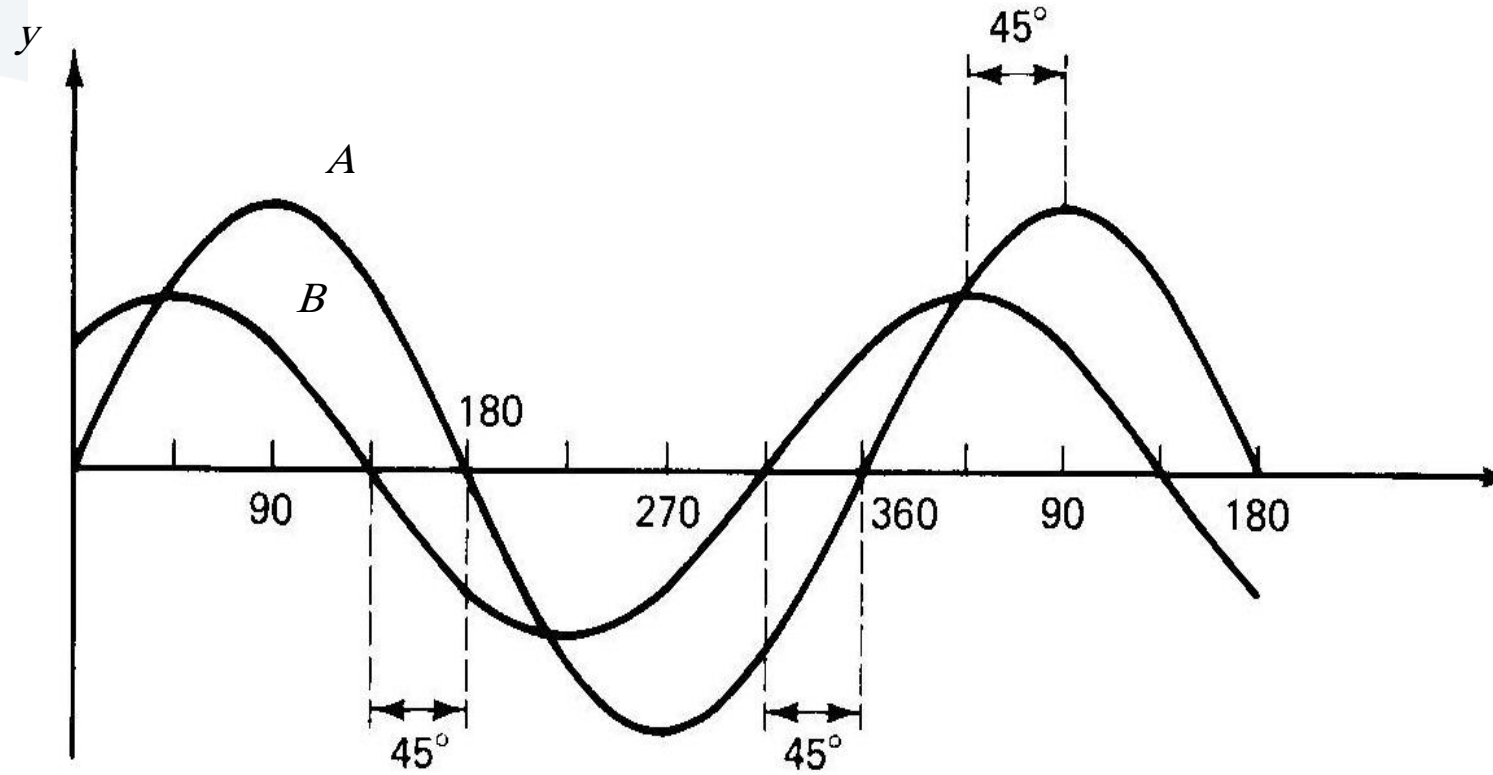
$$\psi = \psi_1 - \psi_2$$

تبيّن هذه الزاوية الفترة الزمنية t التي تبلغ فيها إحدى هذه الكميات بداية الدور قبل الكمية الأخرى:

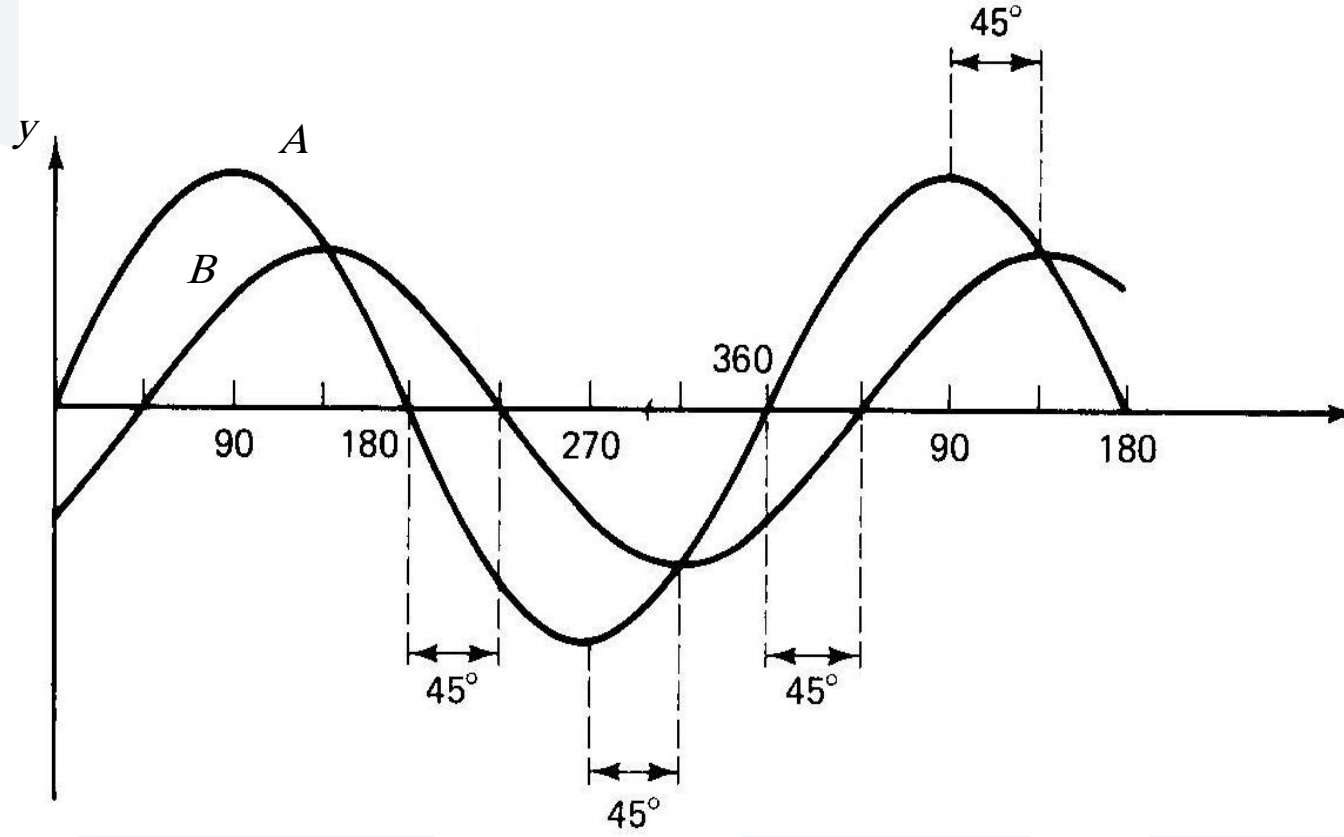
$$t = \frac{\psi}{\omega} = \frac{\psi \cdot T}{2\pi}$$



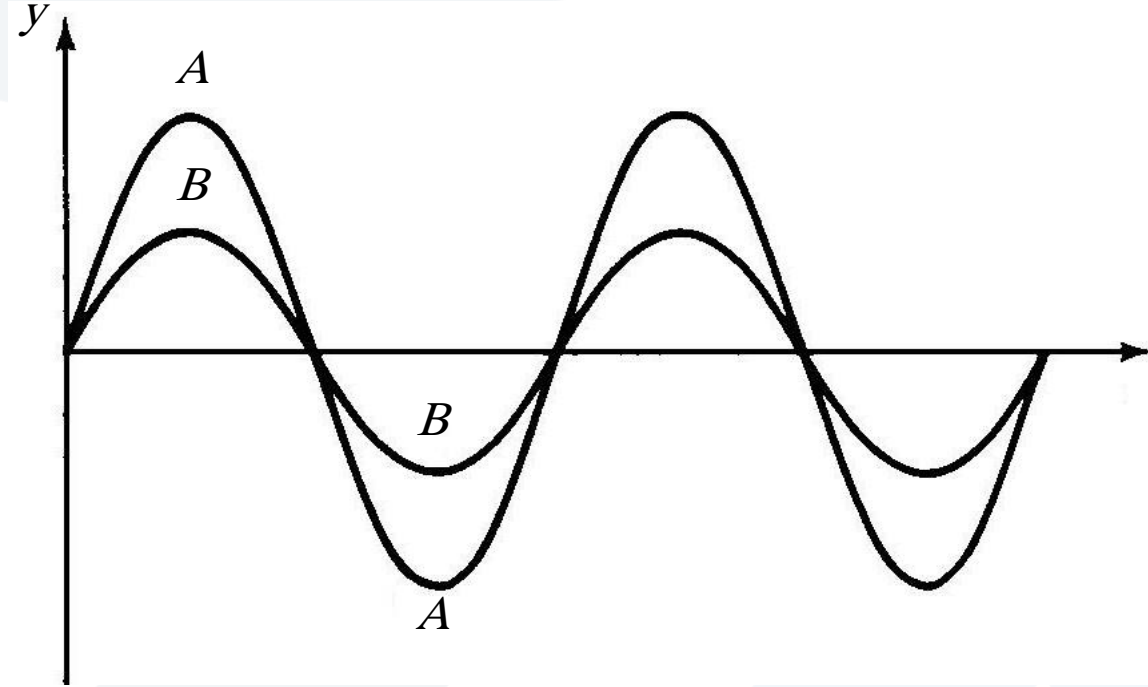
تُعدُّ الكمية الجيبية التي تبلغ الدور قبل الأخرى متقدمة بالطور (Lead)، بينما تُعد الكمية التي تبلغ القيمة نفسها، ولكن بشكل متأخر عن الكمية الأولى متأخرة بالطور (Lag).



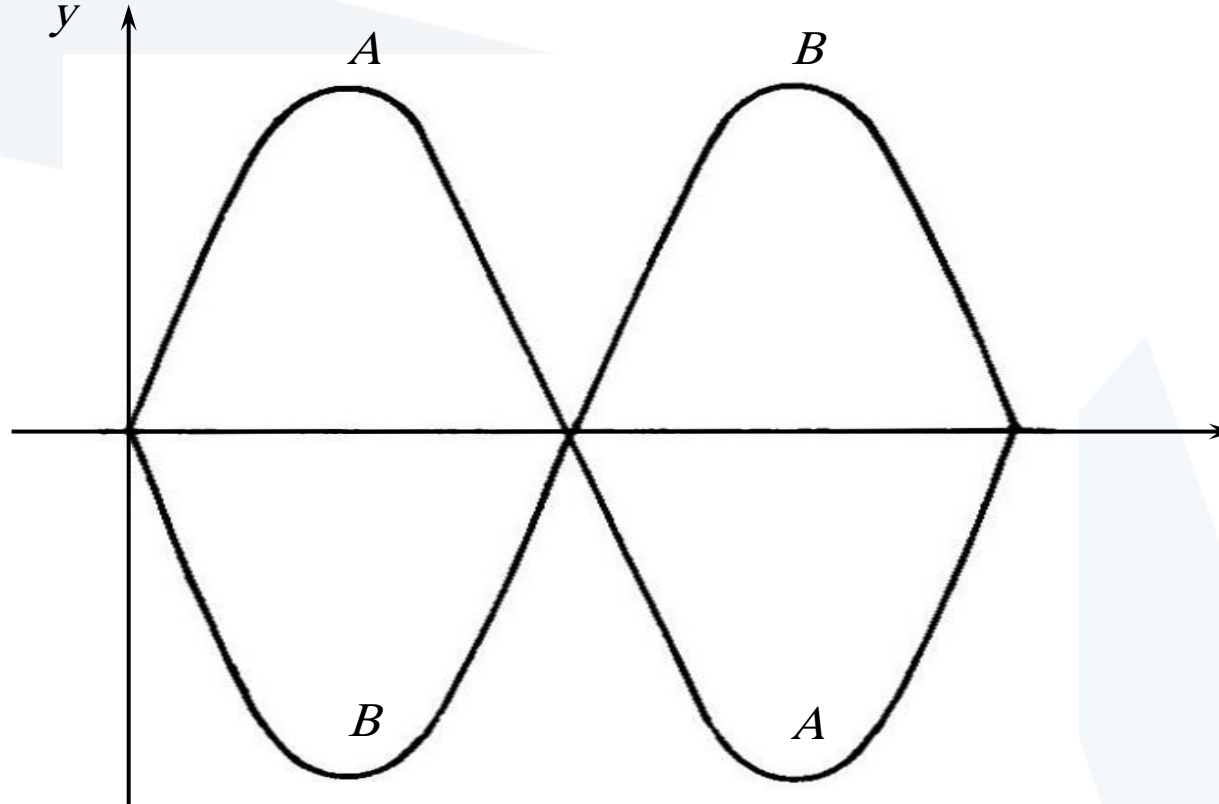
الموجة B متقدمة على الموجة A



الموجة A متقدمة على الموجة B



الموجة A مطابقة بالطور للموجة B



الموجة A متعاكسة بالطور مع الموجة B

قوتان محرّكتان كهربائيتان قيمتهما:

$$e_1 = E_m \cdot \text{Sin}(\omega t + 60^\circ)$$

$$e_2 = E_m \cdot \text{Sin}(\omega t + 30^\circ)$$

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

لحساب زاوية الإزاحة نحول الزوايا من الدرجة إلى راديان كما يأتي:

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= \frac{60^\circ \times 2\pi}{360^\circ} = \frac{\pi}{3} \\ \psi_2 &= \frac{30^\circ \times 2\pi}{360^\circ} = \frac{\pi}{6} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \psi = \psi_1 - \psi_2 = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} [\text{rad}]$$

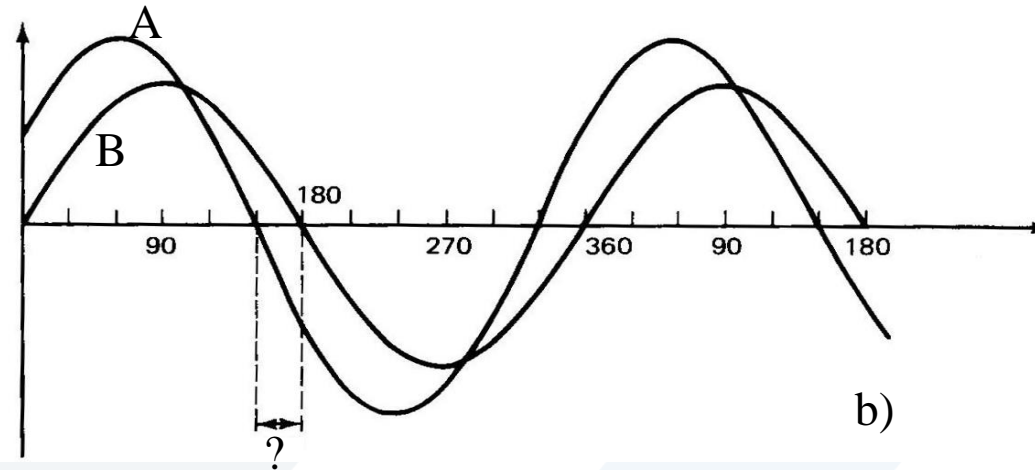
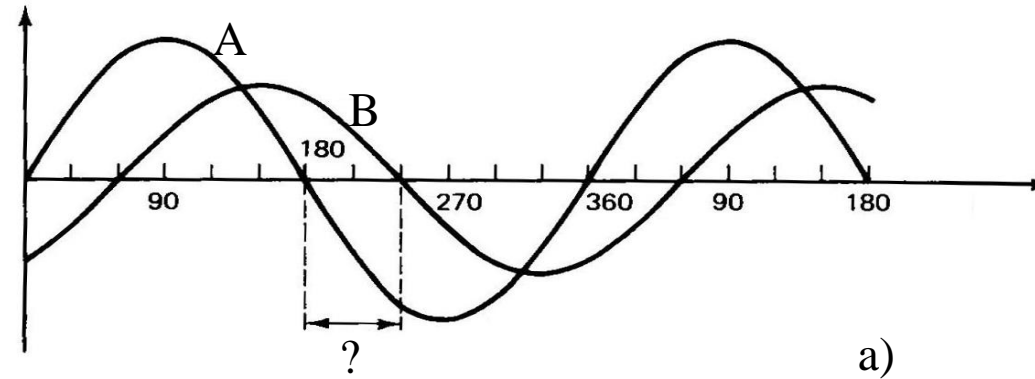
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 [\text{sec}] \quad \text{الدور:}$$

زمن الإزاحة الطورية بين e_1 و e_2

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

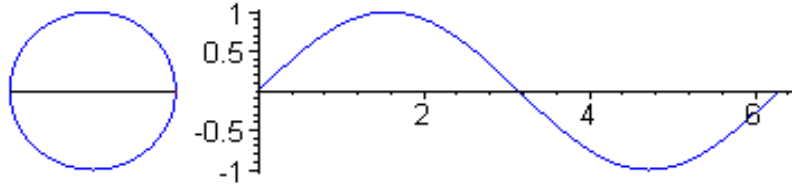
مثال 2

الموجة A متقدمة على الموجة B بزاوية 60 درجة

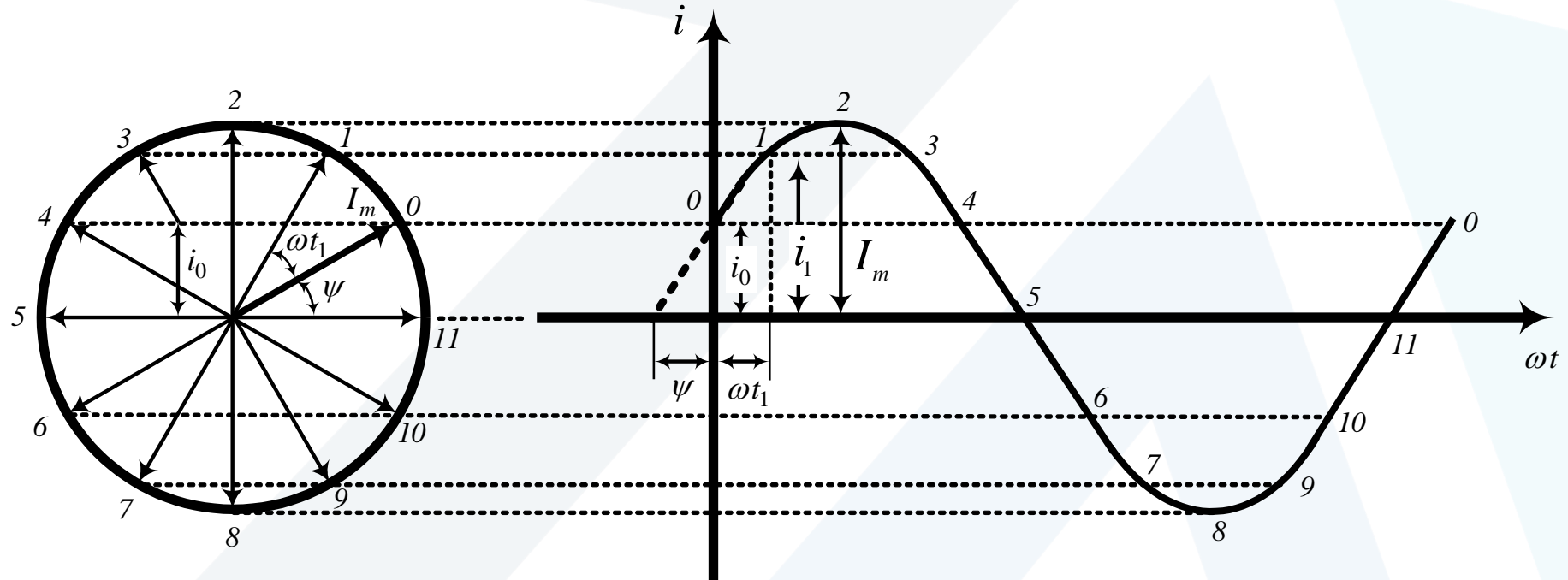


الموجة A متقدمة على الموجة B بزاوية 30 درجة

Sine Function



التمثيل الشعاعي للتوابع المتناوبة الجيبية واستعملاته:



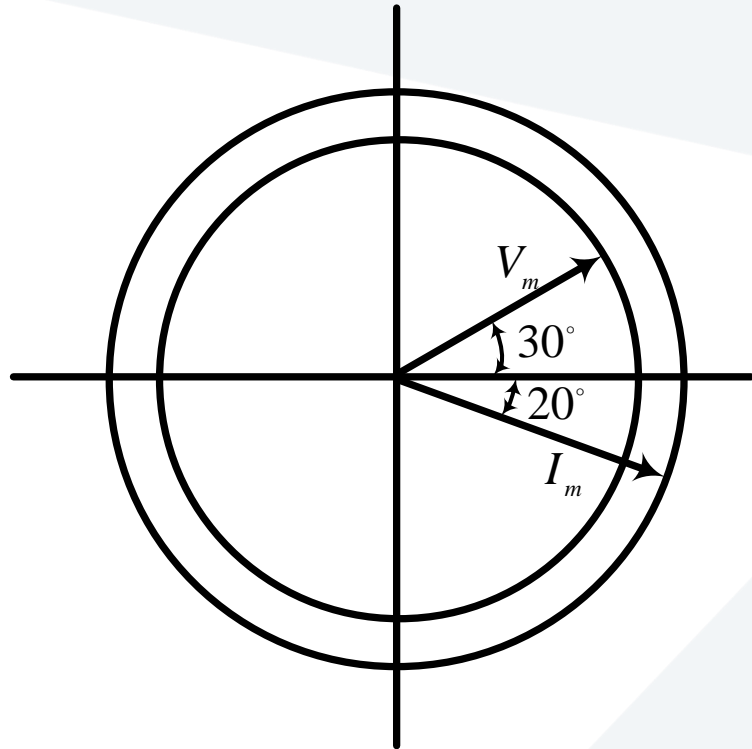
$$v = 125 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$$

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

فإذا اعتمدنا مقاييس الرسم الآتية:

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

فإن قيم الجهد والتيار كأطوال تكون مساوية:



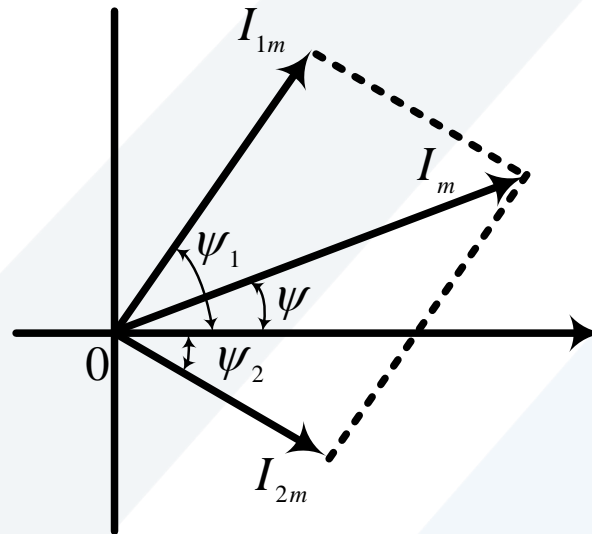
$$V_m(\text{cm}) = \frac{V_m(\text{volts})}{M_v} = \frac{125}{50} = 2.5[\text{cm}]$$

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

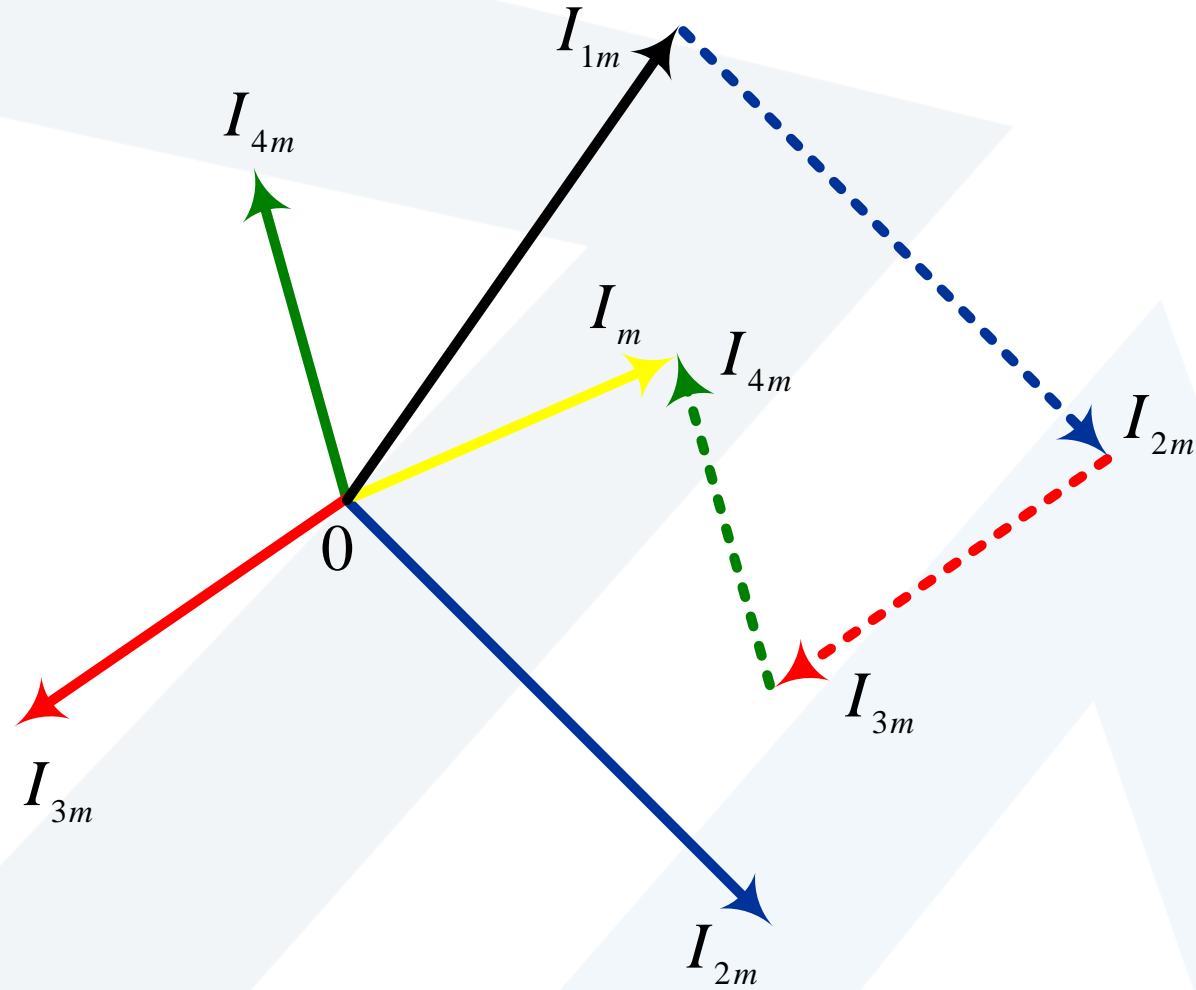
$$i_1 = I_{1m} \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_1)$$
$$i_2 = I_{2m} \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_2)$$

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

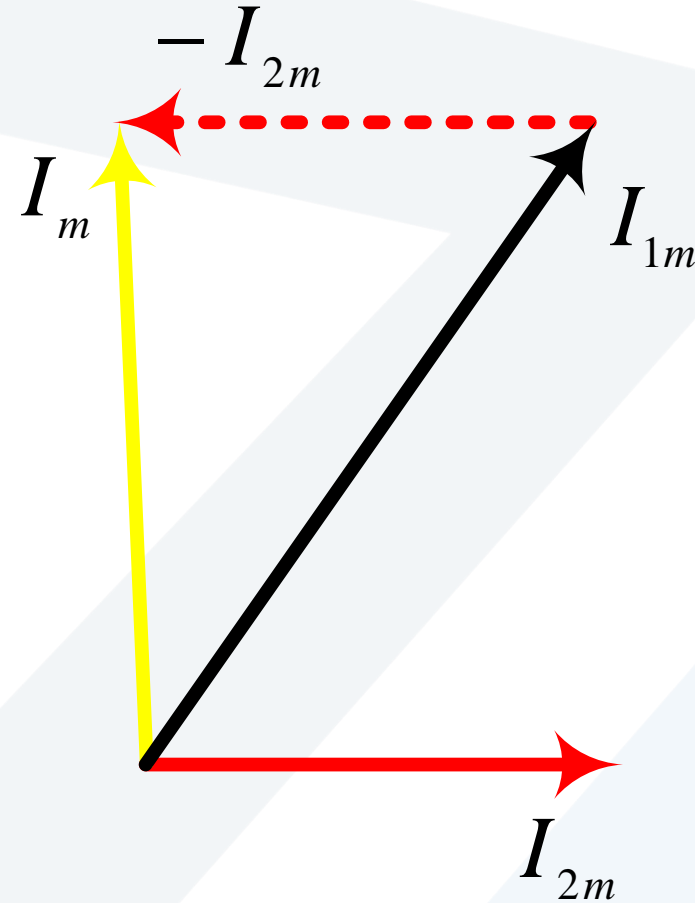
$$i_1 + i_2 = I_{1m} \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_1) + I_{2m} \cdot \text{Sin}(\omega t + \psi_2)$$



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



عملية طرح شعاعين:



حالات خاصة:

