ف ا م

الكهربائية والمغناطيسية

المرحلة الثانية

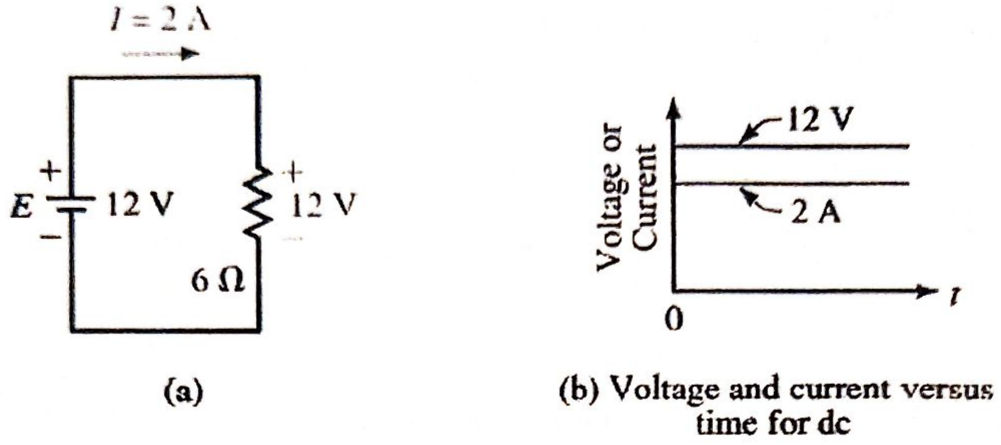
(الجزء الاول)

١-١ التيار المتناوب Alternating Current , (AC) : -

ac FUNDAMENTALS

التيارات المتناوبة هي تيارات متغيرة في القيمة والاتجاه . مثل هذه التيارات يتم انتاجها في مصادر للطاقة تتغير قطبيتها بين الموجب والسالب على عكس التيارات المستمرة Current Direct (DC). التيارات المتناوبة يرمز لها اختصارا (AC) اما الجهود والفولتيات المتناوبة يرمز لها Alternating Voltages (AV) . تغير التيار المتناوب او الفولتية مع الزمن يدعى بشكل الموجة Wave form ويرمز لها بـ i (t) , v (t) للدلالة على التغير مع الزمن بدلا من I ، V كما هو الحال في دوائر التيار المستمر . هناك الكثير من اشكال الموجات المهمة ولكن أهم هذه الاشكال هي موجة الجيب sine wave وتدعى هذه الموجه (sinusoidal ac) وهي موجة أساسية في الكثير من التطبيقات .

الشكل(1-1) يوضح دائرة تيار مستمر ثابت القيمة والاتجاه حيث يكون في قطبية واحدة غير متغيرة . هذه التيارات تنتجها مصادر فولتية مستمرة(dc sources) ذات قيمة واتجاه ثابتين .المصادر المتناوبة التي تكون فيها الفولتيات متغيرة في القيمة والاتجاه تنتج تيارات متغيرة القيمة والاتجاه.

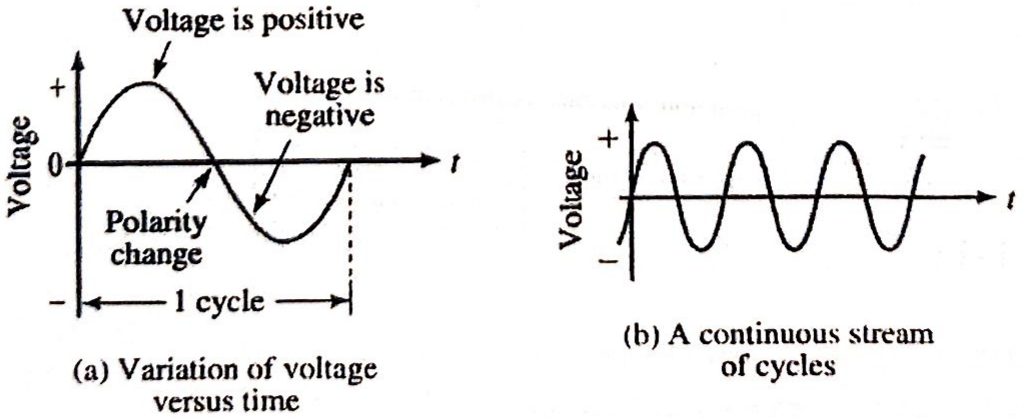


(a)

(b) Voltage and current versus time for dc

FIGURE(1 – 1) In a dc circuit, voltage polarities and current directions do not change.

الشكل (1-2) يوضح شكل موجي جيبي متناوب sinusoidal ac Waveform لفولتية متناوبة . تبدأ هذه الموجه من الصفر لتصل الى القمة الموجبة ثم تعود الى الصفر ثم تنقلب القطبية وتزداد بالاتجاه السالب لتصل الى القمة السالبة ثم تعود الى الصفر من جديد . هذا التغير من الصفر الى الصفر بعد القمة السالبة يدعى بالدورة cycle . الشكل الموجي يعيد نفسه في فترات منتظمة تدعى بـ شكل الموجة الدوري Periodic waveform كما في الشكل (1-2-b).



(a) Variation of voltage versus time

(b) A continuous stream of cycles

FIGURE (1–2) Sinusoidal ac waveforms. Values above the axis are positive while values below are negative.

مصادر الفولتية المتناوبة يتم الرمز لها بـ e(t) . أي انها تتغير مع الزمن . سوف نستخدم الرمز e يشير الى نفس المفهوم . الشكل (3-1) يوضح مصدر فولتية متناوب مع الزمن .

FIGURE(1–3) Symbol for a sinusoidal voltage source. Lowercase letter e is used to indicate that the voltage varies with time.

الشكل (4-1) يوضح مقاومة مربوطة الى مصدر متناوب. خلال نصف الدورة الاول ، فأن المصدر يكون موجب عليه يكون التيار بأتجاه عقرب الساعة. خلال النصف الثاني من الدورة فأن المصدريقلب قطبية الفولتية ،عليه يكون أتجاه التيار عكس عقرب الساعة . بما ان التيار يتناسب مع الفولتية فأن شكل التيار يكون موجي جيبي (sinusoidal) كما في شكل (5-1).

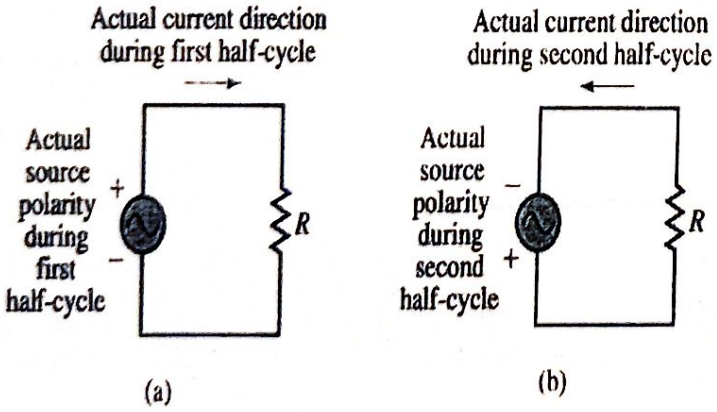
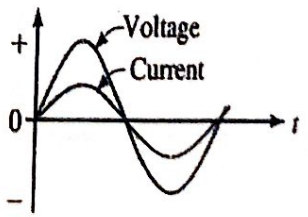
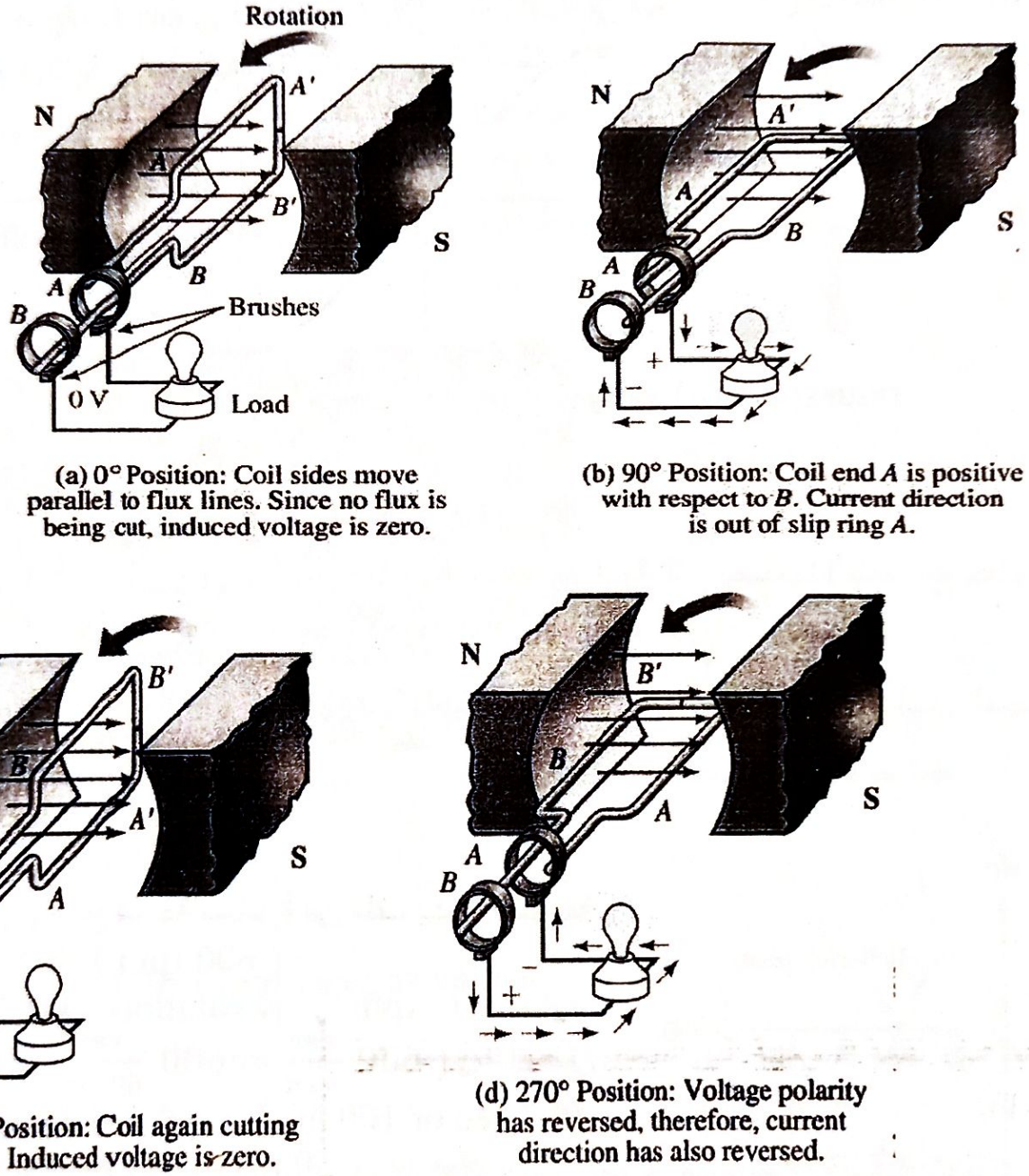


FIGURE (1–4) Current direction reverses when the source polarity reverses



FIGURE(1–5) Current has the same wave shape as voltage.

عادة يتم توليد الفولتية المتناوبة وذلك بدوران ملف بسرعة زاوية ثابتة داخل مجال مغناطيسي ثابت كما في الشكل (6-1) . قيمة الفولتية المتولدة تتناسب مع معدل قطع خطوط الفيض المغناطيسي (قانون فراداي Faraday's law) اما القطبية فهي تعتمد على الاتجاه حافة الملف داخل الفيض المغناطيسي.



(a) 0° Position: Coil sides move parallel to flux lines. Since no flux is being cut, induced voltage is zero.

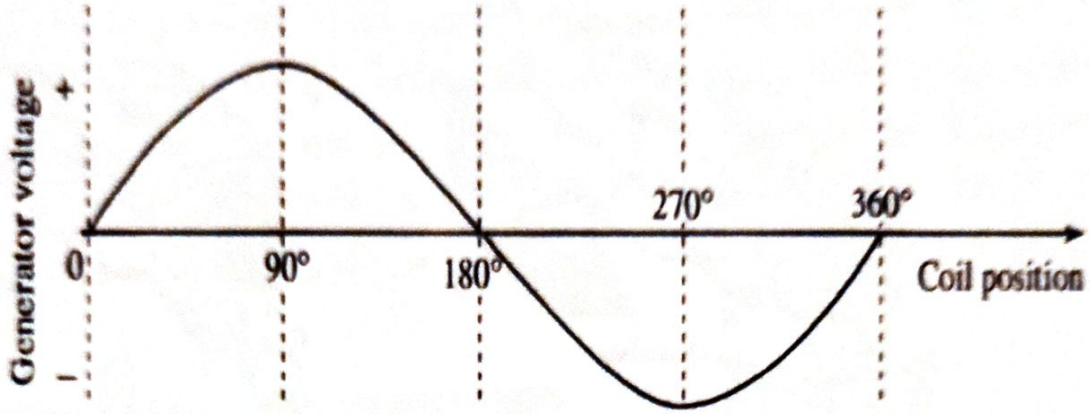
(b) 90° Position: Coil end *A* is positive with respect to *B*. Current direction is out of slip ring *A*.

(c) 180° Position: Coil again cutting no flux. Induced voltage is zero.

(d) 270° Position: Voltage polarity has reversed, therefore, current direction has also reversed.

FIGURE (1–6) Generating an ac voltage. The 0 position of the coil is defined as in (a) where the coil sides move parallel to the flux lines. In practice, the rotations are so fast that the light does not have time to go out and so appears to be continuously on.

الشكل (7-1) يوضح دورة كاملة واحدة one cycle من الموجة الناتجة. الاحداثي الافقي تم تقسيمه بالدرجات من (0-360°) وهي الزاوية التي يصنعها الملف مع الفيض المغناطيسي لتكمل دورة واحدة كاملة. طالما يستمر الملف بالدوران داخل المجال المغناطيسي فأن الفولتية الناتجة تكون دورية تعيد نفسها بعد كل دورة . كما ان التيار يكون دوري ايضا .

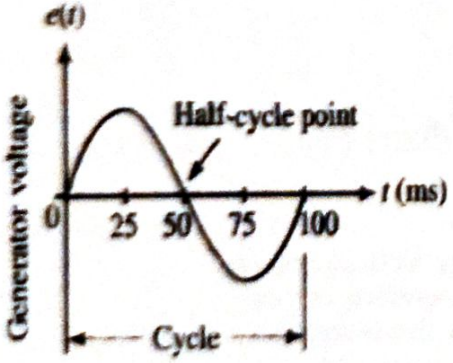


FIGURE(1–7) Coil voltage versus angular position.

٢-١ تقسيم وفق الزمن Time Scales : -

المحور الافقي في شكل (7-1) تم تقسيمه بالدرجات تبعاً للزاوية التي يصنعها الملف مع خطوط الفيض . في الكثيرمن الاحيان يتم تقسيم المحور الافقي بدلالة الزمن .

الفترة الزمنية المطلوبة لتوليد دورة واحدة تعتمد على سرعة الدوران للملف داخل المجال المغناطيسي .



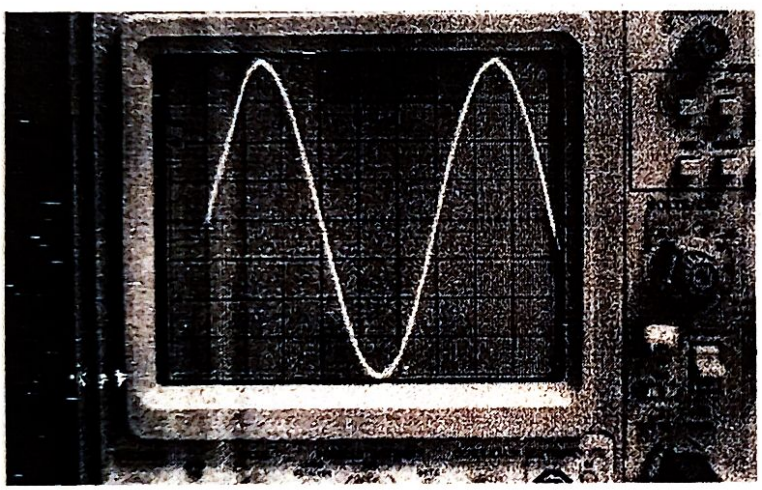
الشكل (8-1) يوضح موجة صادرة من ملف يدور بسرعة ٦٠٠ دورة بالدقيقة (600 rpm) ، و تساوي (rpm , revolution per minute) ($600\ \frac{rev}{min} = 600\ \frac{rev}{60\ sec} = 10\frac{rev}{sec}$) وهذا يعني بأن زمن الدورة الواحده تساوي (0.1 sec or 100 ms) ونصف الموجة تستغرق وقت 50 ms وربع موجة 25 ms .

FIGURE(1–8) Cycle scaled in time.

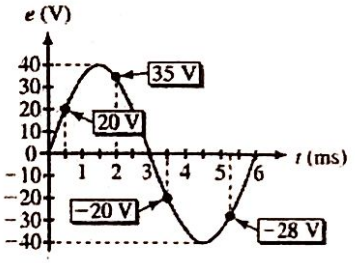
600 rpm, the cycle length is 100 ms.

٣- ١القيمة الآنية Instantaneous Value :-

الشكل (1-9-a) يوضح راسم الموجة الجيبية. تم توضيح هذه الموجة في الشكل (1-9-b). المحور العمودي مقسم الى عدة تقسيمات رئيسية لتوضيح الفولتية لهذه الحالة. كل تدريجة هي 10 V . اما المحور الافقي فهو يمثل الزمن . كل تدريجية هي 1 ms . قيمة الفولتية على الموجة في اي لحظة من الزمن تدعى بالقيمة الآنية . في هذا المثال أعلى فولتية هي 40 V عند زمن t= 1.5. كما يمكن ملاحظة انه عند زمن t = 0 ms فأن الفولتية هي صفر . عند الزمن t = 0.5 ms فأن الفولتية v = 20 V . عند الزمن t = 3.5 ms فأن الفولتية v = -20 V ... وهكذا. كما يمكن ملاحظة ان زمن الدورة في هذا المثال هو T=6 ms.



(a) Sinusoidal voltage

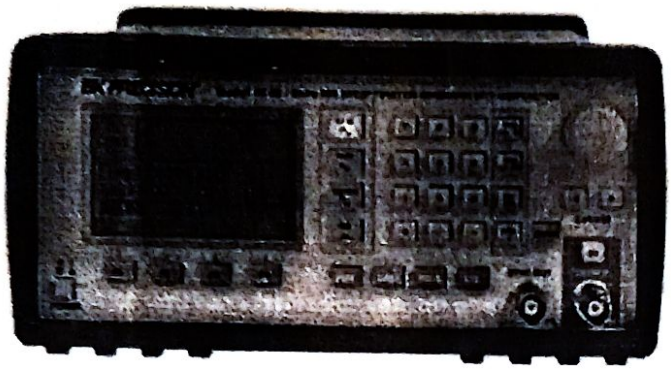


(b) Values scaled from the photograph

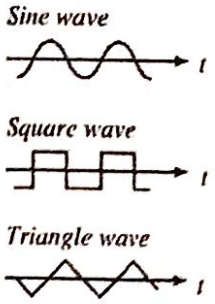
FIGURE (1–9) Instantaneous values.

٤-١ مولدات الموجة الاكترونية Electronic Function Generators :-

الشكل (1-10-a) يوضح مولد موجة . في الحقيقة فأن مولدات الموجة بأمكانها انتاج موجات مختلفة الاشكال فضلا عن الموجة الجيبية . مثال على ذلك الموجة المربعة والموجة المثلثة وهكذا كما في الشكل (1-10-b). كما يمكن انتاج موجات بسعات موجة مختلفة وبترددات مختلفة.



(a) Model 4045 Function Generator



(b) Sample waveforms

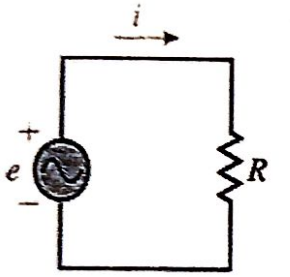
FIGURE (1–10) Electronic function generators provide a variety of variable-frequency, variable-amplitude waveforms.

١-٥ علاقة الفولتية مع التيار في الدائرة المتناوبة

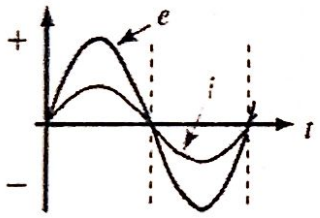
Voltage and Current Conventions for ac

-:

يمثل الشكل (1-11-a) مرجع قياسي للفولتية المتناوبة والتيار المتناوب . عندما تكون الفولتية المتناوبة في نصفها الموجب ، فأن اتجاه التيار وقطبية الفولتية تكون كما في المرجع القياسي في الشكل (1-11-a) . عندما تكون الفولتية في نصفها السالب فأن القطبية تكون معاكسة وكذلك التيار يكون بالأتجاه المعاكس. انظر الشكل (1-11-b) .



(a) References for voltage and current



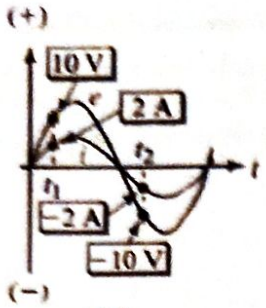
(b) During the first half-cycle, voltage polarity and current direction are as shown in (a). Therefore, *e* and *i* are positive. During the second half-cycle, voltage polarity and current direction are opposite to that shown in (a). Therefore, *e* and *i* are negative.

FIGURE (1–11) ac Voltage and current reference conventions.

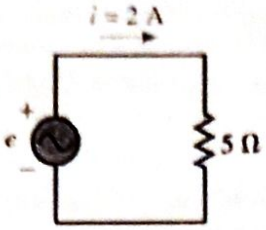
الشكل (1-12) يوضح قيمة الفولتية والتيار الآنيين في زمنين مختلفين t_1, t_2 . عند زمن t_1 فأن قيمة الفولتية $e = 10V$ وهي نفس قيمة الفولتية في جزئها الموجب وبما أن قيمة المقاومة هي 5 Ω فأن قيمة التيارحسب قانون اوم $i = \frac{e}{R}$ ..... (1 – 1) .

$i = \frac{e}{R} = \frac{10V}{5\Omega} = 2A$. انظر الشكل(1-12-b).

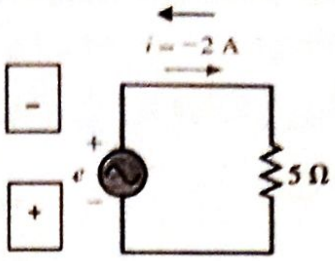
في زمن t_2 فأن $e = -10\,V$ وهذا يعني بأن فولتية المصدر هي 10V ولكن تقع في النصف السالب . بتطبيق قانون أوم فأن ، $i = \frac{e}{R} = \frac{-10V}{5\Omega} = -2A$. نلاحظ بأن قيمة التيار سالبة أي انه يعاكس التيار القياسي. كما موضح بالشكل (1-12-c) .



(a)



(b) Time t_1: $e = 10$ V and $i = 2$ A. Thus, voltage and current have the polarity and direction indicated.

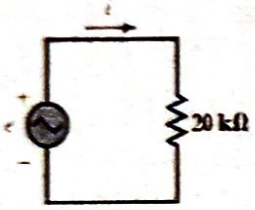


(c) Time t_2: $e = -10$ V and $i = -2$ A. Thus, voltage polarity is opposite to that indicated and current direction is opposite to the arrow direction.

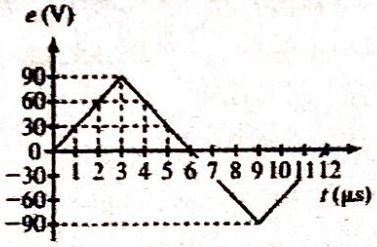
FIGURE(1−12) Illustrating the ac voltage and current convention.

EXAMPLE 1-1

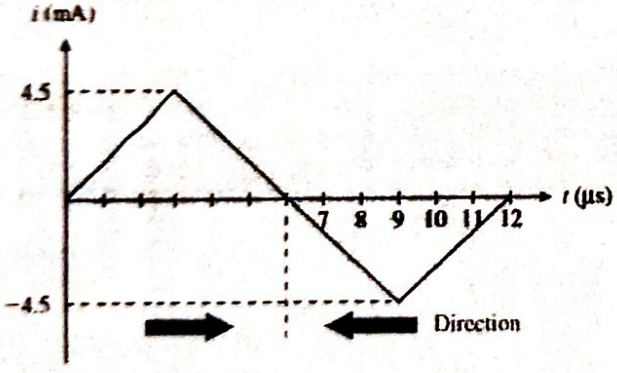
Figure 1 -13(b) shows one cycle of a triangular voltage wave. Determine the current and its direction at t = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12 μs and sketch.



(a)



(b) Voltage



(c) Current

FIGURE 1-13

TABLE 1 -1 Values for Example 1 -1

t (μs)	e (V)	i (mA)
0	0	0
1	30	1.5
2	60	3.0
3	90	4.5
4	60	3.0
5	30	1.5
6	0	0
7	−30	−1.5
8	−60	−3.0
9	−90	−4.5
10	−60	−3.0
11	−30	−1.5
12	0	0

Solution Apply Ohm's law at each point in time. At t = 0 μs, e = 0 V, so $i = e/R$ = 0 V/20 kΩ = 0 mA. At t = 1 μs, e = 30 V. Thus, $i = e/R$ = 30 V/20 kΩ = 1.5 mA. At t = 2 μs, e = 60 V. Thus, $i = e/R$ = 60 V/20 kΩ = 3 mA. Continuing in this manner, you get the values shown in Table 1 −1. The waveform is plotted as Figure 1-13-c .

PRACTICE PROBLEMS 1

1. Let the source voltage of Figure 1–11 be the waveform of Figure 1–9. If $R = 2.5\ \text{k}\Omega$, determine the current at $t = 0, 0.5, 1, 1.5, 3, 4.5$, and 5.25 ms.
2. For Figure 1–13, if $R = 180\ \Omega$, determine the current at $t = 1.5, 3, 7.5$, and 9 μs.

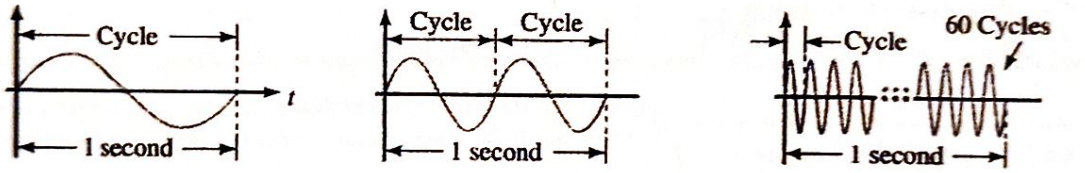
Answers

1. 0, 8, 14, 16, 0, −16, −11.2 (all mA)
2. 0.25, 0.5, −0.25, −0.5 (all A)

١-٦ التردد و زمن الدورة -: Frequency and Period

- **التردد -: Frequency**

يعرف التردد بأنه عدد الدورات بالثانيه ويقاس بوحدة Hertz , 1Hz = 1 cycle per second
في الشكل (1-14-a) فأن الموجة هي دورة واحدة في ثانية واحدة اي ان التردد هو (1 Hz) .
في الشكل (1-14-b) فأن الموجة هي دورتين في الثانية الواحدة اي ان التردد(2 Hz) .
في الشكل (1-14-c) فأن الموجة هي ٦٠ دورة في الثانية اي أن التردد (60 Hz) .



(a) 1 cycle per second = 1 Hz (b) 2 cycles per second = 2 Hz (c) 60 cycles per second = 60 Hz

FIGURE (1–14) Frequency is measured in Hertz (Hz).

- **زمن الدورة Period -:**

زمن الدورة ويرمز لها بالحرف T وهي الفترة الزمنية التي تستغرقها دورة كاملة واحدة وتقاس بالثانية. كما أن زمن الدورة هي معكوس التردد Frequency (f). اي ان ($f = \frac{1}{T}$) .عادة ما يتم حساب الموجة الكاملة ابتداءا من الصفر قبل القمة الموجبة الى الصفر الاخر المناظر قبل القمة الموجبة التالية كما في الشكل (1-15).

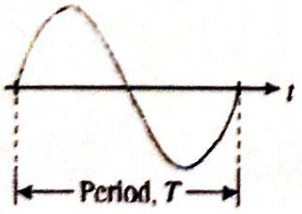


FIGURE (1–15) Period, T is the duration of one cycle, measured in seconds.

في العوده الى الشكل (1-14-a) فأن التردد f هو دورة واحدة بالثانية اي ان التردد 1Hz ، عليه تكون الفترة الزمنية لدورة واحدة هي T=1s . اما في الشكل (1-14-b) فأن التردد f يساوي دورتين بالثانية اي أن $f = 2Hz$ ، عليه فأن الفترة الزمنية لكل دورة $T = \frac{1}{2}\ s$.

وبشكل عام فأن:

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{(s)} \quad \ldots\ (1\text{-}2)$$

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{(Hz)} \quad \ldots\ (1\text{-}3)$$

EXAMPLE 1–2

a. What is the period of a 50-Hz voltage?

b. What is the period of a 1-MHz current?

Solution

a. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\ \text{Hz}} = 20\ \text{ms}$

b. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1 \times 10^6\ \text{Hz}} = 1\ \mu\text{s}$

EXAMPLE 1–3

Figure 1 –16 shows an oscilloscope trace of a square wave. Controls have been set such that each horizontal division represents 50 µs. Determine the waveform's frequency.

الشكل المجاور يوضح موجة مربعة على جهاز الاوسليوسكوب بحيث تكون كل تقسيمة على المحور الافقي هي

50 µs

احسب التردد للموجة.

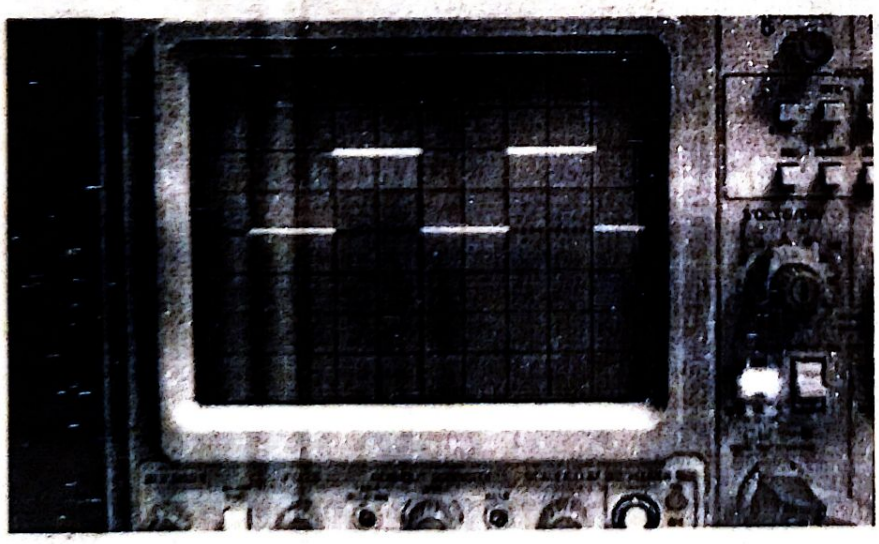


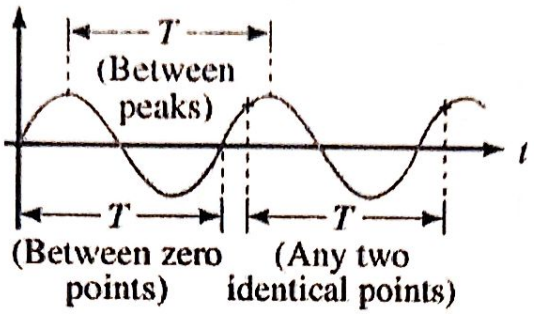
FIGURE 1 –16 The concepts of frequency and period apply also to nonsinusoidal waveforms. Here, $T = 4\ \text{div} \times 50\ \mu\text{s/div} = 200\ \mu\text{s}$.

Solution Since the wave repeats itself every 200 µs, its period is 200 µs and

$$f = \frac{1}{200 \times 10^{-6}\ \text{s}} = 5\ \text{kHz}$$

ملاحظة:

زمن الدورة الواحدة يمكن قياسها بين أي نقطتين متناظرتين على الموجة . الشكل (1-17) يوضح بأنه يمكن أن يكون زمن الدورة الواحدة T بين النقطتين الصفريتين المتناظرتين أو بين قمتين متناظرتين .



FIGURE(1–17) Period may be measured between any two corresponding points

EXAMPLE 1–4

اوجد زمن الدورة وكذلك التردد للموجة الموضحة بالشكل(1-18)

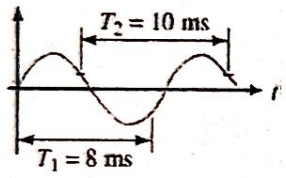


FIGURE 1 -18

Solution Time interval T_1 does not represent a period as it is not measured between corresponding points. Interval T_2, however, is. Thus, $T = 10$ ms and

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 100\ \text{Hz}$$

٧- ١ سعة الموجة وقيمة القمة Amplitude and Peak Value :-

- سعة الموجة Amplitude

تعرف سعة الموجة الجيبية بانها المسافة الفاصلة بين معدل الموجة و قمة الموجة. كما موضح بالشكل (1-19-a,b) فأن E_m هي سعة الموجة . اما فولتية قمة - القمة Peak-to-peak voltage فيرمز لها E_{p-p} او V_{p-p} كما في الشكل (1-19-a). ويمكن استخدام نفس التعريف في حال التيار I_{p-p}.

- قيمة القمة Peak Value:-

قيمة القمة للموجة في حالة الفولتية او التيار هي اعلى قيمة بالمقارنة مع الصفر .

الشكل (1-19-b) يمثل موجة جيبية مركبة على قيمة مستمرة DC value حيث ينتج من هذا التركيب قمة هي حاصل جمع الفولتية المستمرة مع سعة الموجة الجيبية , (Ac Amplitude + Dc voltage) . أي ان القمه Peak في هذا الحالة هي $E+E_m$.

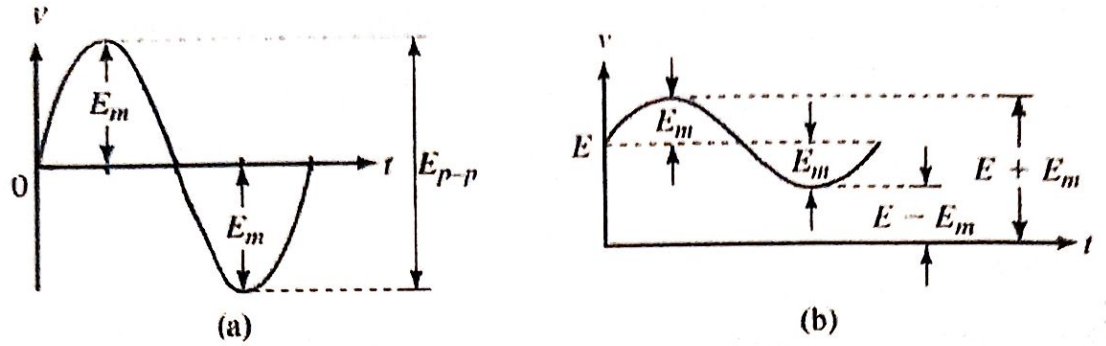


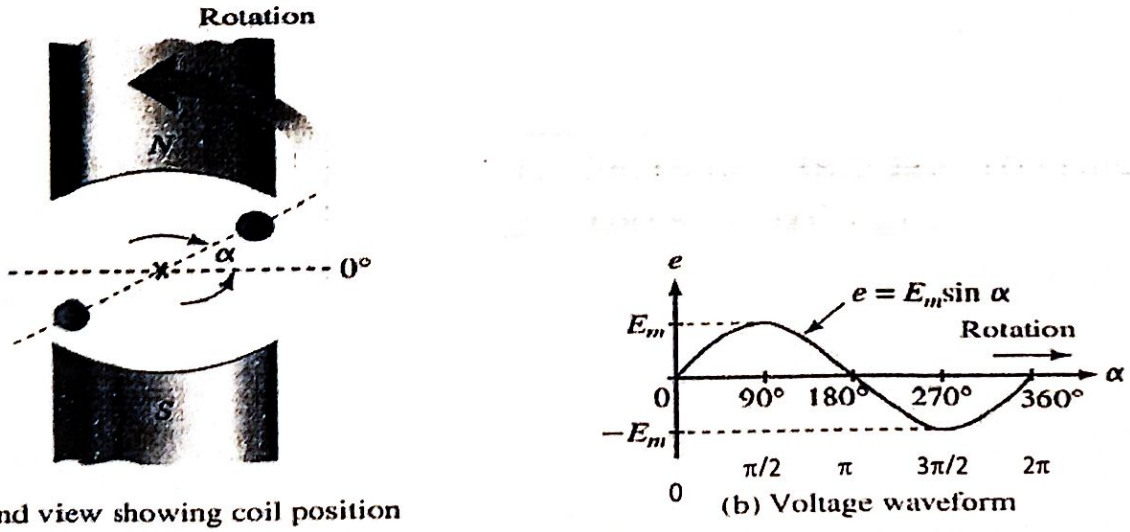
FIGURE (1-19) Definitions.

١-٨ المعادلة الاساسية للموجة الجيبية The Basic Sine Wave Equation

المعادلة الاساسية للموجة الجيبية تعطى كالاتي:

$$e = E_m sin \propto \ (V) \qquad .... \ (1\text{-}4)$$

المعادلة (٤ – ١) هي المعادلة الاساسية للموجة الجيبية. حيث E_m هي اعلى قيمة تصل اليها الموجة . اما $\propto$ فهي الزاوية التي يصنعها الملف مع المجال المغناطيسي . الشكل (1-23-a) يوضح الزاوية $\propto$ التي يصنعها الملف داخل المجال المغناطيسي أما الشكل (1-23-b) يوضح الموجة الجيبية للفولتية الناتجة وتغيرها بالأعتماد على الزاوية $\propto$. قيمة الفولتية تساوي صفر لقيم ($\propto$ =0° ،180°، 360° *or* $\propto$= 0, π, 2π) وتساوي قيمة عظمى موجبة E_m عند $\propto$= 90° وقيمة عظمى سالبة $-E_m$ عند $\propto$= 270° .



FIGURE(1–23) Coil voltage versus angular position.

EXAMPLE (1-5)

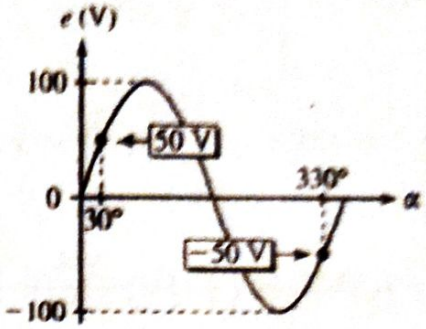
على فرض ان سعة الموجة (amplitude) في الشكل (1-23-b) تساوي E_m =100 V .
احسب فولتية الملف عند $\propto = 30^o , 330^o$ ؟

الحل :-

$$e = E_m sin \propto$$
$$e = 100 \sin \propto$$

At $\propto = 30°, e =$
$100 \sin 30° = 50\ V$

At $\propto = 330°, e = 100 \sin 330° = -50\ V$



FIGURE(1–24)

-: PRACTICE PROBLEMS 2

أستخدم الحاسبة لتحقق من الجدول المجاور . على فرض ان الفولتية الجيبية هي
($e = 100 \sin \propto$) ثم ارسم الناتج على ورقة بيانية .

TABLE (1–2) Data for Plotting e =100 sin∝

Angle α	Voltage e
0	0
30	50
60	86.6
90	100
120	86.6
150	50
180	0
210	−50
240	−86.6
270	−100
300	−86.6
330	−50
360	0

٩-١ السرعة الزاوية ω Angular Velocity :-

تعرف السرعة الزاوية بأنها المعدل الزمني لدوران الملف ويرمز لها ω (omega) .

كمثال / اذا دار ملف زاوية ∝ قدرها 30° في زمن t= 1 second فأن السرعة الزاوية في هذه الحاله $\omega = 30°/s$. العلاقة التي تربط الزمن والسرعة الزاوية ، والزاوية التي يصنعها الملف تعطى كالاتي :-

$$\alpha = \omega t \qquad \ldots\ldots \quad (1\text{-}5)$$

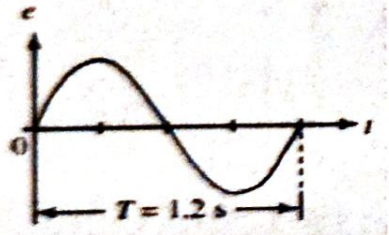
Expressions for t and ω can now be found. They are

$$t = \frac{\alpha}{\omega} \ (s) \qquad \ldots\ldots \quad (1\text{-}6)$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \qquad \ldots\ldots \quad (1\text{-}7)$$

EXAMPLE (1-6) :-

اذا دار ملف بسرعة زاوية $\omega = 300°/s$ كم يستغرق من الزمن ليكمل دورة كاملة ؟



FIGURE(1–2 ٥)

الحل :-

دورة كاملة تعني 360° علية :-

$$t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{360\ degrees}{300\frac{degrees}{s}} = 1.2s$$

عادة يرمز لزمن الدورة الواحدة بالرمز T . $\therefore T = 1.2s$

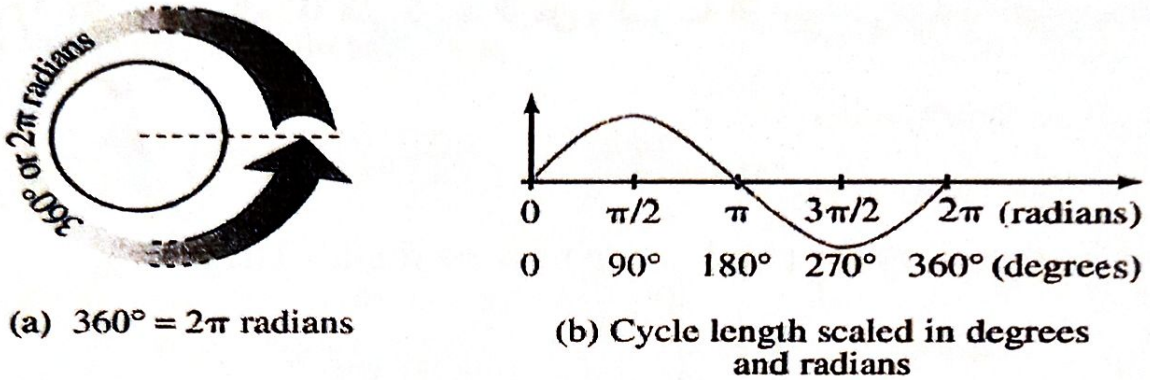
-: PRACTICE PROBLEM

اذا دار ملف 360 rpm احسب السرعة الزاوية ω بالدرجات لكل ثانية ؟

١-١٠ القياس بالراد (درجة نصف قطرية) :- Radian Measure

ان العلاقة التي تربط الراد مع الدرجات تعطى كالاتي :-

$$2\pi\ radians = 360° \qquad (1\text{-}8)$$



(a) 360° = 2π radians

(b) Cycle length scaled in degrees and radians

FIGURE (1–26) Radian measure.

للتحويل بين degrees , radians تستخدم العلاقتين الاتيتين :-

$$\alpha_{radians} = \frac{\pi}{180°} \times \alpha_{degrees} \qquad (1\text{-}9)$$

$$\alpha_{degrees} = \frac{180°}{\pi} \times \alpha_{radians} \qquad (1\text{-}10)$$

TABLE(1–3) Selected Angles in Degrees and Radians

Degrees	Radians
30	π/6
45	π/4
60	π/3
90	π/2
180	π
270	3π/2
360	2π

EXAMPLE (1–7)

a. Convert 315° to radians.

b. Convert 5π/4 radians to degrees.

Solution

a. $\alpha_{radians} = (\pi/180°)(315°) = 5.5$ rad

b. $\alpha_{degrees} = (180°/\pi)(5\pi/4) = 225°$

١١-١ رسم الموجة الجيبية Graphing Sine Waves:-

يمكن رسم الموجة الجيبية مع المحور السيني باستخدام الدرجات او الزاوية النصف قطرية او الزمن. كما موضح بالشكل (27-1).

TABLE (1–4)Values for Rapid Sketching

α (deg)	α (rad)	t (T)	Value of sin α
0	0	0	0.0
45	π/4	T/8	0.707
90	π/2	T/4	1.0
135	3π/4	3T/8	0.707
180	π	T/2	0.0
225	5π/4	5T/8	−0.707
270	3π/2	3T/4	−1.0
315	7π/4	7T/8	−0.707
360	2π	T	0.0

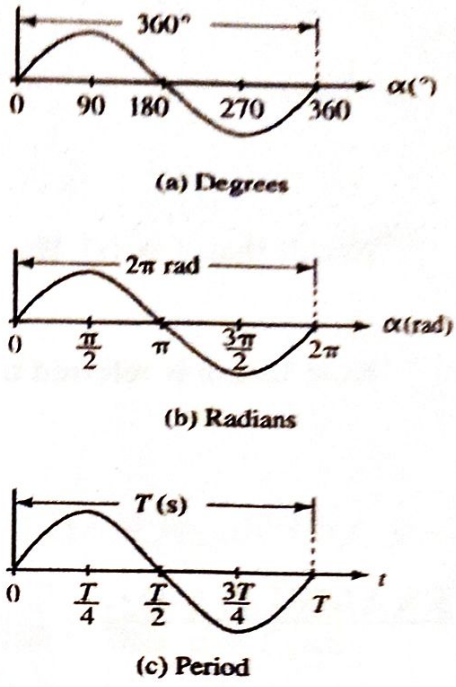


FIGURE (1–27) Comparison of various horizontal scales. Cycle length may be scaled in degrees, radians, or period.

EXAMPLE(1–8) :-

ارسم مخطط لتيار جيبي سعته (amplitude) 4 mA وترددة f=25 kHz. أستخدم الثوان للمحور السيني .

Solution For this waveform, $T = 1/25\ \text{kHz} = 40\ \mu\text{s}$. Thus,

1. Lay out the time axis with the end of the cycle marked as 40 µs, the half-cycle point as 20 µs, the quarter-cycle point as 10 µs, and so on (Figure 1 –28).
2. The peak value (i.e., 4 mA) occurs at the quarter-cycle point, which is 10 µs on the waveform. Likewise, −4 mA occurs at 30 µs. Now sketch.
3. Values at other time points can be determined easily if needed. For example, the value at 5 µs can be calculated by noting that 5 µs is one-eighth of a cycle, or 45°. Thus, $i = 4 \sin 45° \text{ mA} = 2.83 \text{ mA}$. Alternately, from Table 1 –4, at T/8, $i = (4 \text{ mA})(0.707) = 2.83 \text{ mA}$. As many points as you need can be computed and plotted in this manner.

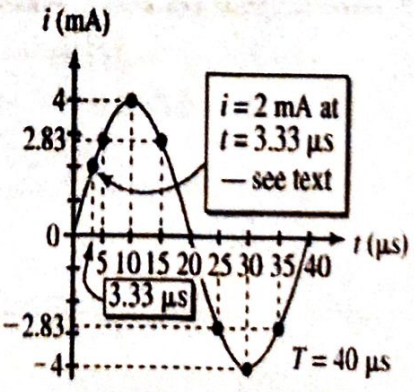


Figure 1-28

لدينا من العلاقة السابقة $\alpha = \omega t$. نعلم بانه لدورة كاملة واحدة 2π فان الزمن هو T. عليه يمكن الحصول عل العلاقات الاتية:

$$\omega T = 2\pi \text{ (rad)} \qquad \textbf{(1 –11)}$$

Thus,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/s)} \qquad \textbf{(1 –12)}$$

Recall that, $f = 1/T$ Hz. Substituting this into Equation 1 -12 you get

$$\omega = 2\pi f \text{ (rad/s)} \qquad \textbf{(1 –13)}$$

Note that ω is referred to as radian frequency.

EXAMPLE 1–9 :-

احسب ω للترددات: 60 Hz , 50 Hz

Solution For 60 Hz, $\omega = 2\pi f = 2\pi(60) = 377$ rad/s. For 50 Hz, $\omega = 2\pi f = 2\pi(50) = 314.2$ rad/s.

PRACTICE PROBLEM:-

١- اذا كانت $\omega = 240\ rad/s$ احسب f , T . كم دورة تحدث في 27 s ؟

٢- اذا حدثت 56000 دورة في 3.5 ثانية . احسب ω .

Answers

1. **26.18 ms, 38.2 Hz, 1031 cycles**
2. **100.5×10^3 rad/s**

١-١٢ الفولتية والتيار الجيبي كدالة للزمن

-:Sinusoidal Voltages and Currents as Functions of Time

$$e = E_m \sin \omega t \qquad (1\text{–}14a)$$

Similarly,

$$v = V_m \sin \omega t \qquad (1\text{–}14b)$$

$$i = I_m \sin \omega t \qquad (1\text{–}14c)$$

EXAMPLE 1–10:-

مصدر فولتية جيبي بتردد 100 Hz وبسعة موجة 150 volts . أذكر المعادلة e كدالة للزمن ؟

Solution $\omega = 2\pi f = 2\pi(100) = 628$ rad/s and $E_m = 150$ V. Thus, $e = E_m \sin \omega t = 150 \sin 628t$ V.

عادة وحدات ω هي $rad/_{sec}$ وعليه فأن ωt تقاس بـ radians او يمكن ان يتم التحويل الى الدرجات degrees . اي انه في الحسابات يمكن استخدام نظام Rads او نظام Degrees كمثال على ذلك حساب الفولتية في العلاقة $e = 150 \sin 628t$ في زمن $1.25ms$

Working in Rads. With your calculator in the RAD mode, $e = 150 \sin(628)(1.25 \times 10^{-3}) = 150 \sin 0.785$ rad $= 106$ V.

Working in Degrees. 0.785 rad = 45°. Thus, $e = 150 \sin 45° = 106$ V as before.

EXAMPLE 1–11

For $v = 170 \sin 2450t$, determine v at $t = 3.65$ ms and show the point on the v waveform.

Solution $\omega = 2450$ rad/s. Therefore, $\omega t = (2450)(3.65 \times 10^{-3}) = 8.943$ rad = 512.4°. Thus, $v = 170 \sin 512.4° = 78.8$ V. Alternatively, $v = 170 \sin 8.943$ rad = 78.8 V. The point is plotted on the waveform in Figure 1 –29.

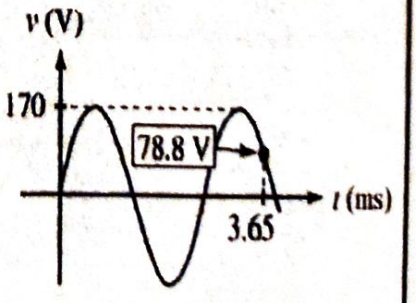


FIGURE (1–29)

في الحالات التي نحتاج فيها ايجاد الزمن لقيمة معينه من قيم الفولتية او التيار . نجري الخطوات الاتية :-

على فرض ان الفولتية تعطى كالاتي :-

$$v = V_m \sin \propto \quad ..(1\text{-}15a)$$

نعيد كتابتها على النحو الاتي :- $$\propto = \sin^{-1} \frac{v}{V_m} \quad ..(1\text{-}15b)$$

ثم ايجاد الزمن t من العلاقة: $$t = {}^{\propto}/_{\omega} \quad ..(1\text{-}15c)$$

EXAMPLE 1–12 :-

تيارجيبي بسعة موجة 10A وزمن دورة T=0.120s احسب الزمن الذي يكون عنده التيار:

i = 5.0 A -a

i = -5.0 A -b

Solution

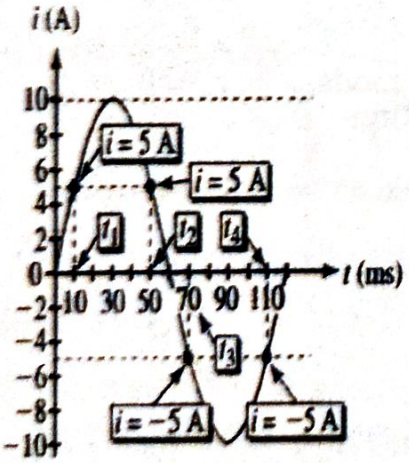


FIGURE (1–30)

a. Consider Figure 1 –30. As you can see, there are two points on the waveform where $i = 5$ A. Let these be denoted t_1 and t_2, respectively. First, determine ω:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.120\text{ s}} = 52.36\text{ rad/s}$$

Let $i = 10 \sin \alpha$ A. Now, find the angle α_1 at which $i = 5$ A:

$$\alpha_1 = \sin^{-1}\frac{i}{I_m} = \sin^{-1}\frac{5\text{ A}}{10\text{ A}} = \sin^{-1}0.5 = 30° = 0.5236\text{ rad}$$

Thus, $t_1 = \alpha_1/\omega$ = (0.5236 rad)/(52.36 rad/s) = 0.01 s = 10 ms. This is indicated in Figure 1 –30. Now consider t_2. Because of symmetry, t_2 is the same distance back from the half-cycle point as t_1 is in from the beginning of the cycle. Thus, t_2 = 60 ms − 10 ms = 50 ms.

b. Similarly, t_3 (the first point at which $i = -5$ A occurs) is 10 ms past mid-point, while t_4 is 10 ms back from the end of the cycle. Thus, t_3 = 70 ms and t_4 = 110 ms.

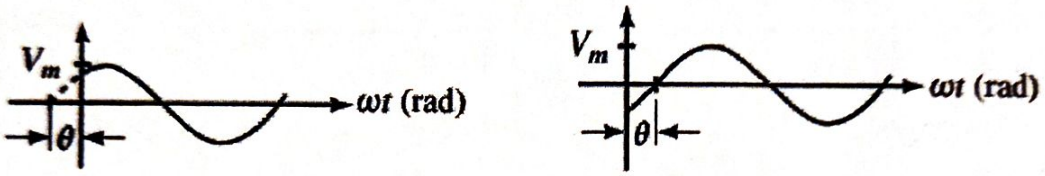
١-١٣ الفولتية والتيار عند ازاحة الطور Voltage and Current with Phase Shift

اذا لم تمر الموجة الجيبية خلال الصفر عند $t = 0$ فانها تمتلك ازاحة طور. الازاحة ممكن ان تكون لليسار او لليمين . لاحظ شكل (1-31) . للموجة المزاحة باتجاه اليسار كما في الشكل (1-31-a) فان الموجة تعطى كالاتي:

$$v = V_m \sin(\omega t + \theta) \qquad \textbf{(1 -16a)}$$

while, for a waveform shifted right as in (b),

$$v = V_m \sin(\omega t - \theta) \qquad \textbf{(1 -16b)}$$



(a) $v = V_m \sin(\omega t + \theta)$ (b) $v = V_m \sin(\omega t - \theta)$

FIGURE(1–31) Waveforms with phase shifts. Angle θ is normally measured in degrees, yielding mixed angular units. (See Note).

ملاحظة: في العلاقتين (1-16-a,b) عادة ما تكون وحدات ωt هي radians اما وحدات θ تكون degrees. في هذه الحالة يجب توحيد الوحدات اما كلاهما degrees او radians .

EXAMPLE 1–13 :-

وضح بأن $v = 20\ sin(\omega t - 60°)$ حيث $(30°/s)$ i.e rad/s $(\omega = \pi/6$ ينتج عنها الموجة المزاحة الموضحة في الشكل (1-32) :-

Solution

1. Since ωt and 60° are both angles, $(\omega t - 60°)$ is also an angle. Let us define it as x. Then $v = 20 \sin x$, which means that the shifted wave is also sinusoidal.
2. Consider $v = \sin(\omega t - 60°)$. At $t = 0$ s, $v = 20 \sin(0 - 60°) = 20 \sin(-60°) = -17.3$ V as indicated in Figure 1 –32.
3. Since $\omega = 30°/s$, it takes 2 s for ωt to reach 60°. Thus, at $t = 2$ s, $v = 20 \sin(60° - 60°) = 20 \sin 0° = 0$ V, and the waveform passes through zero at $t = 2$ s as indicated.

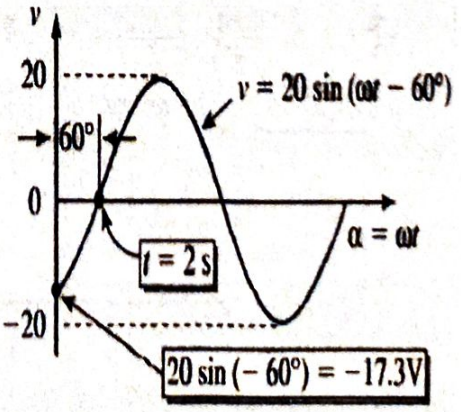


FIGURE (1–32)

EXAMPLE 1–14 :-

a- اوجد المعادلة للموجة الموضحة في الشكل (1-33-a) . حيث f = 60 Hz
ثم احسب التيار عند t =4 ms .

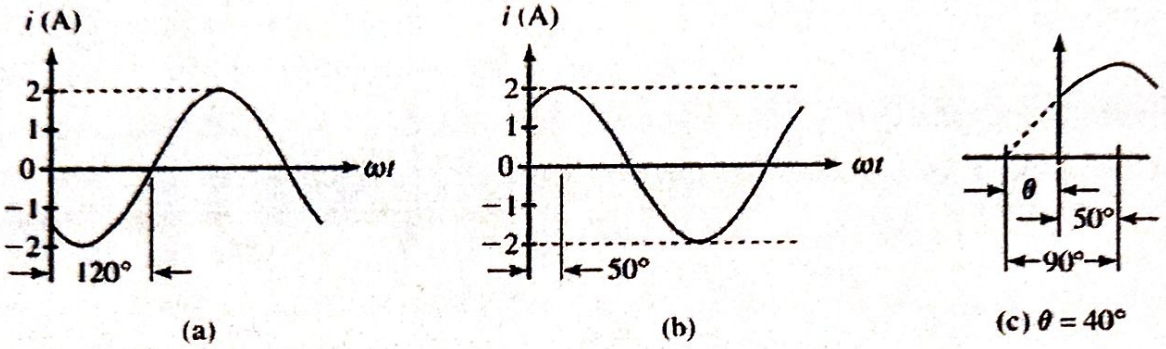


FIGURE (1–33)

Solution

a. $I_m = 2$ A and $\omega = 2\pi(60) = 377$ rad/s. This waveform corresponds to Figure 1-31(b) with $\theta = 120°$. Therefore,

$$i = I_m \sin(\omega t - \theta) = 2 \sin(377t - 120°) \text{ A}$$

At $t = 4$ ms, current is

$$i = 2 \sin(377 \times 4 \text{ ms} - 120°) = 2 \sin(1.508 \text{ rad} - 120°)$$
$$= 2 \sin(86.4° - 120°) = 2 \sin(-33.64°) = -1.11 \text{ A}.$$

[H.W.] Repeat (a) for Figure 1–33-b -b