

Summer
2023



ELECTRICAL ENGINEERING

Perpared By:

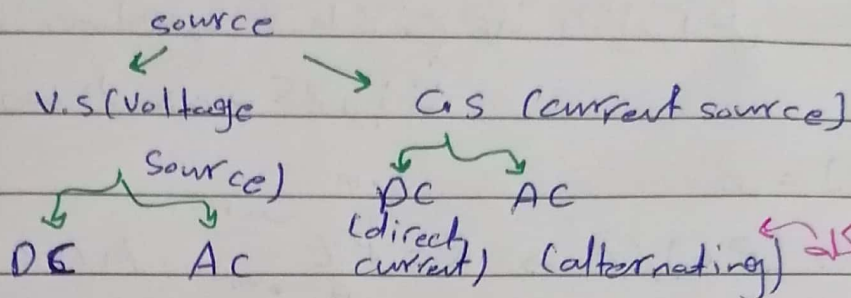
Noor Othman

Dr:

Sereen Al-thaher



Source circle in source and source :-

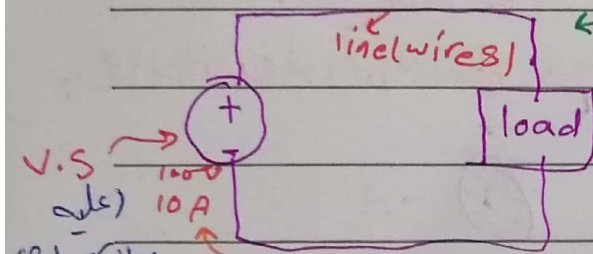


Direct current

غير متغير (طاقة متغيرة)

current

DC :- v.s



line (wires) source load

(Polarity) voltage تعرف بقطبية و

load مجموعة من devices يكون كل واحد له حال (be either aggregated or individual)

بكون جنب رقم

voltage

تعرف كم القيمة

power

أو بعلامة مثلا

current

100 V

line and load

الهم نفس الموديل بالدارة الكهربائية في الموديل المستخدم هنا تعرف ال line

وال load بالكهرباء 6 عناصر 3 elements هنا تعرف ال line وال load 1-

1- resistance

الهم قيمة كهربائية بقدرة منق

2- inductor

load ال line وال load

3- capacitor

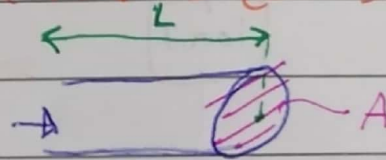
* **resistance** : مقاومة السلك (line) للتيار
 كل ما زاد من قيمة resistance كل ما كان في قيمة التيار أقل
 ونقطة هنا عبرنا wires كهربائياً

$$[R] = \Omega$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow R = \frac{\rho L}{A}$$

في R و ρ و L و A و P و m و m^2 و $\Omega \cdot m$

- * ρ : resistivity : صفة نوع المادة لكل مادة لها ρ فكلما ρ كلما
- * L : length of the cable (m) : كل ما طوله للسلك الأول من
- * A : cross sectional area (m^2) : و A كلما



النظام و ρ إلى أقل من ρ اليوم بكثير و R إلى أقل (ف هو أقل)
 في مواعيد

في نفس الشيء بقدر أقل ال load زب الفسالة تتسلك كهربياً جديتها الفسلة
 في resistance حسب function أي بتسوية استعمال مع الأجهزة المتطورة

ملف (coil)

* **inductor** : - دعامية كهربائية بآلة ذات سرعة
 بالتسلك السلك في line و load حسب خصائص المادة (التي هي فيكون بالدارة

مغناطيس ملفوف عليه
 كيف تتعامل مع

نغير عن inductor كهربائياً بال Inductance ناعته

و رمزها L و وحدته (henry) H و علامته بال M و بال mH و بال μH

و عدد اللفات و طول المسافة التي به يمر فيها الملف

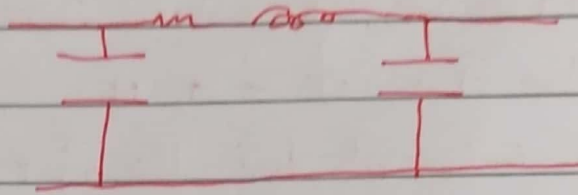
* Capacitor (الموايح)

بنية ال capacitance ورمزه C ويقاس بالفاراد (F) ^{قضية كبيرة}

$C(F)$
(10⁻⁶)

mfad
miliFarad

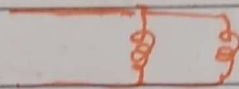
عند ال عناصر هم ال يعبر عن أي line أو load :-



ماد تغير عن ال

line

ال تلف



ماد تغير عن ال

load

معهم نعرف نعلم ب مهم نعرف ب شوف صيغ شكل بالدارة انه بتل ال

ال نظام الكهربائي وخط ال V وال C وال power هل مكان بالدارة

مادة الهندسة نتعلم فقط مع ال resistance

ال سورس ال نتعلم هو ال DC source سواء كان V أو C

ال الدارة ال نرسمها ال DC circle دكونه من

$$\left(\begin{matrix} V.S \\ \text{or} \\ C.S \end{matrix} + R \right)$$

بنا نعرف من صيغ الدارة خط قيمة ال V وال C وال

power هل مكانه

(V.S, C.S, resistance)

Subject _____

Day _____

Date _____

* the first quantity is ...

① voltage (V) ← تقاس بالفولت

من فرق الجهد، نعرفه بقيمة + polarity (لازم تحديد polarity على level
مثلاً (100V or -100V)

لو طلب ال voltage عند القيمة x لازم حدد ال polarity فيه ايضاً

polarity can be + - or - +

* نقبل بال polarity بأي شكل ونقبل بأي قيمة من (-∞, ∞)

ومن ضروري ال + يتابع مع ال + ال - مع ال - ال - مع ال -

قيم رياضية من فيزيائية (مثل ال لا يمكنه - voltage physical level)

ينطلق من خاصية رياضية بعدة بقدر نفس

لحساب ال layer

هو حدد ال polarity من آنا 25

إذا ما دخلنا بفرضها (دليل ال الفرضيات مع)

← كل element الالة سواء كان resistance voltage & current Source Source

على voltage بقدر حسابها

* ليت بعض احبال ح من ال resistance الالة 8 أو 9 C.S ?

8 ال ال element سواء كان Source of device ال ال رينج بقره
من ال voltage

ex: AC design to operate at 230 (±10%)

إذا ال الة شدة دخل ال الفولت ببنج

تتغل عادي به إذا دخل ال الفولت

207-253

200 مارج تتغل، إذا أعليها

+23
-23

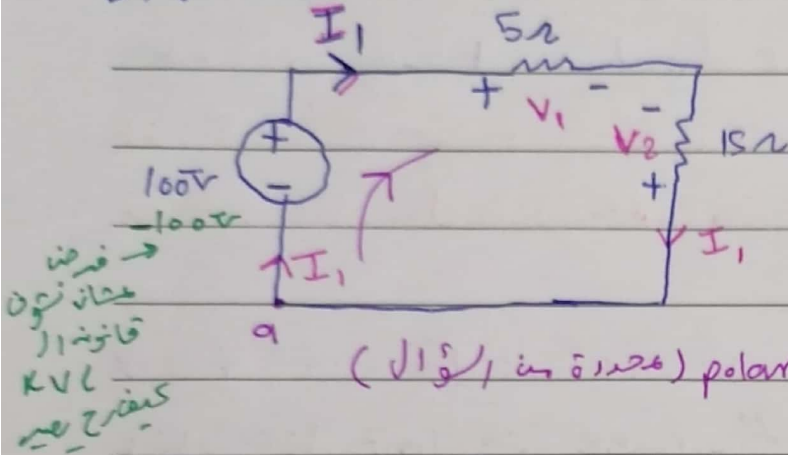
over 270 ح ينفرق الة ان مارج عليه

(heating

مطابق مارك بعضنا نحب ال ح تنفرق إذا ح تتغل 8 و 8 ن

* يجب كيفج حسب مقدار quantity !

Ex:-



* هنا نحن نقيس قيمة الـ I_1 دار V

كل جزء منا له أثره :-

عال $V.S$ الفولتية ثابتة

$$V_{V.S} =$$

ال V_1 عال 5Ω لازم يدر ال polarity (محددة من السؤال)

ونفاز ال V_2 عال 15Ω

قيمة التيار بداخل ال source دار 5Ω دار 15Ω ! (بعضهم لازم يدر اتجاه التيار الجيد به)
(أولاً)

فالسؤال به I_1 و V_1 و V_2 !

عشان نكتبهم عنا 3 قوانين نستخدمهم :-

1- ohm's law

2- KVL (Kerhoff voltage law)

3- KCL (Kerhoff current law)

* ب لازم نضع مسار ال convention (المصطلح) كيفج عنه *

منه نكتبه مدار الفلقة لازم أكتبه ما داخل الدائرة مغلقة: KVL

الـ (Closed path) وزي النقطة a

KVL ككي مجموع الفولتية داخل المسار مغلقة = 0

1- بعد ال path وكيف بيهم (مع اذكر عقارب الساعة) $\sum V = 0$

2- كل فولتية بمر فيها اذا دخلت بار $-V$ بكي مالب اذا $= 0$ $(-)+(+)$

$$KVL: -100 + V_1 - V_2 = 0$$

دخلت بالموجب بكي موجب

$$KVL: -(-100) + V_1 - V_2 = 0$$

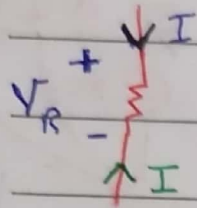
بغير علامة ما دكليل

3- بجمعهم كلهم مع الاشارة مساوية 0

"نتيجة علامة بعد ال قيمة"

→ ohm's law (علاقة V بـ I)

الفولتج $V_R = +IR$ (at resistance) I اتجاهه فالقانون العام هو
قاؤه أديم قارر بحسب الفولتية على $resis$ حسب قيمة التيار المار
بالممرية كما نشئت اتجاه التيار فما كان في الممرية صونية لا أخذنا القانون العام



إذا التيار دخل بار V_R يأخذ الإشارة موجبة
وإذا التيار دخل بار V_R يأخذ الإشارة سالبة
بعد ما بدوح على قيمة التيار وبعدها مع الإشارة ما كانا علاقة
لأشارة أي بار

In example:- $V_1 = +I_1 \times 5$

$$V_2 = -I_1 \times 15$$

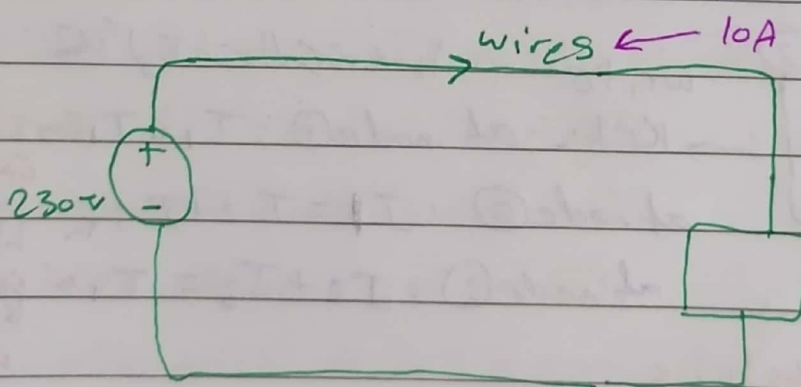
بعد أن نعرف إذا I له
بجمل $5A$ أود

substitute :- $-100 + 5I_1 - (-15I_1)$

$$-100 + 5I_1 + 15I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{100}{20} = 5A$$

$$V_1 = +5 \times 5 = 25 \text{ volt}$$

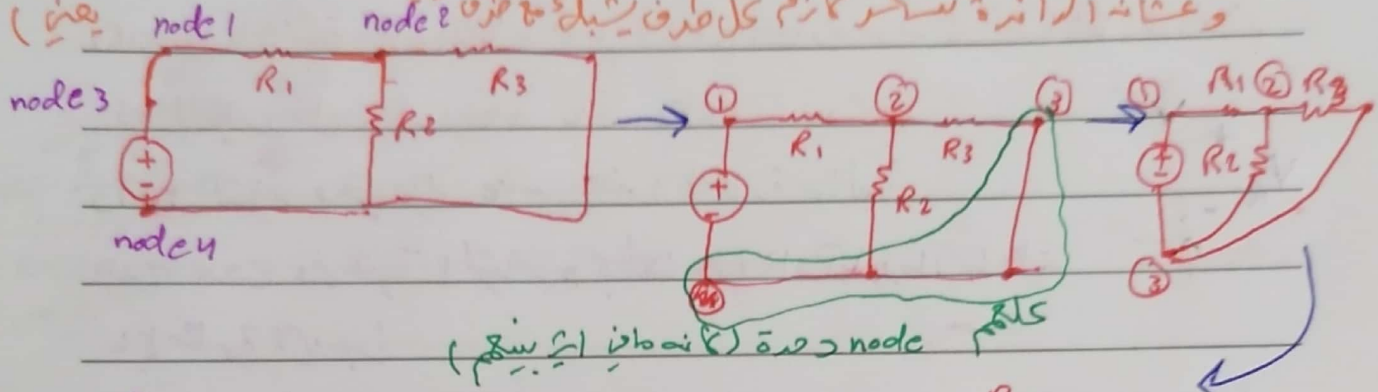
$$V_2 = -5 \times 15 = -75 \text{ volt}$$



كل في قدرة تحمل $10A$ ← wires
وتوصله للفرقة؟
إذا $8 \times 8 \times 8 \times 8$
تمي دوح بجل
لمدة كهربائية $10A$
بليست وتغير القواطع
تنزل

→ KCL ⇒

مرتبط بـ (node) (ثلاثة) مرتبة فيها (element) (junction) (ارتباط)
 resistance عندها طرفين في كل طرف اكد node وبه source (الكل element)
 وعشاة الدائرة تتكرر في كل طرف يتصل به طرف (يعني)



النقطة التي يتصل بها

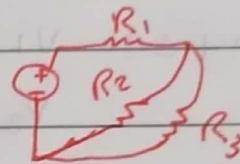
R_1 1 2

R_2 2 3

R_3 3 4

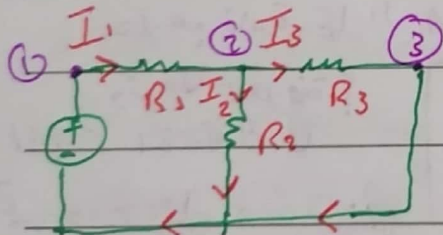
S 1 4

في 3 nodes only



KCL : ربطه عن node 1

$$\sum I_{in} \text{ (at any node)} = \sum I_{out} \text{ (for that node)}$$



write : لو كانت الدائرة فيها

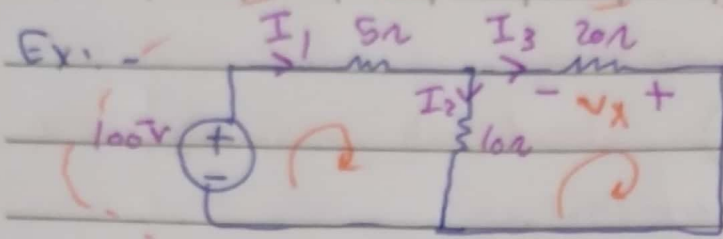
→ KCL : at node ① : $I_1 = I_2 + I_3$ (ما عليه I و I2 و I3)
 (تساوي)

at node ② : $I_1 = I_2 + I_3$

at node ③ : $I_2 + I_3 = I_1$ (the same)
 (بمقدار)
 (تساوي)

1- يحدد (nodes) الموجودة

2- $\sum I_{in} = \sum I_{out}$



find I_1, I_2, I_3 & V_x

نظرة KVL & KCL

→ KVL : we need path (we have 3 paths & can be used)

حكيمة عنان تعرف ال V & ال I عرف ال polarity ب صوفا : عطا لي ايما بار الاول ب : خط اتجاه التيار

(*) KVL : $\sum V = 0$ → دا خلا V_1 و V_2 → ohm's law (*)
 طبقا قانون اوم $V = \pm IR$
 لو مع التيار

لو دمجته ال (*) 2 ح يطالع حنا قانون اوم
 تطبيق (بكاله التيار مباشرة) :

القانون كذا : اذا حددت path وبتك طبقه قانون اوم حوا KVL
 وحددت اتجاه التيار ببداية اذ امسية في التيار حط +ve واذ عصى حط -ve
 (يطالع نفس العلاقة) صيغ طبقته ال KVL بكاله التيار في الفولتج

$$\rightarrow -100 + 5I_1 + 10I_2 = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$-10I_2 + 20I_3 = 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$-100 + 5I_1 + 20I_3 = 0 \quad \text{--- (3)}$$

بتقدر تحب الجاويل عاولة اكاسية ما ح تطبق soln مباشرة ح تطبق error
 في ال معادلة (3) ح حاصل جمع (1) و (2) ف (3) ما يطولها عاولة بحسب معادته ال
 KCL : $I_1 - I_2 - I_3 = 0 \rightarrow I_1 = I_2 + I_3$ ← ما اخذها في اي قسمين
 فوفا ويطالع الجاويل
 عاولة كاسية 5 ح ما 2

we find I_1, I_2 & I_3

→ V_x from ohm's law

$$V_x = -I_3(20) = -(-5)(20)$$

$$I_1 = -8.57$$

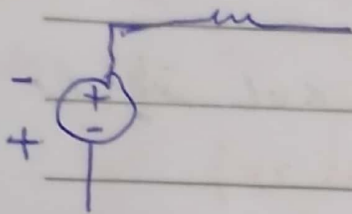
$$I_2 = -5.714$$

$$I_3 = -2.857$$

* KVL $\rightarrow$ جواز بقوت قانون ادم

* كازم يسكنه $\rightarrow$ closed path (مع اذعنى عقارب الساعة و العكس)

$$\sum V = 0 \rightarrow \text{سواء كان في المقاومة او في المصدر}$$



$$V = \pm IR \text{ (at resistance)}$$

$$+ \rightarrow - \quad I = +ve$$

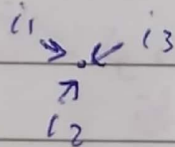
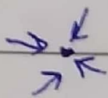
$$- \rightarrow + \quad I = -ve$$

* عند حساب المقاومة، resistance، و voltage، و polarity، resistance

$$V_R = \pm IR \text{ فقط}$$

* KCL (carry with node)

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$



$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \text{ (ما في اتي طالو عادي)}$$

passive sign convention

ايم اتي نبع ا

-ve $\rightarrow$ convention $\rightarrow$ -ve $\rightarrow$ -ve $\rightarrow$ -ve

$$+ve = +ve = =$$

$$I = +$$

voltage source current source

c.s & v.s

تكونه على فولتية وكونه (power)

مستوى او مستوى

③ power (watt): كازم ايجاب ال V و ال I في اوجه

$$P = \pm V \cdot I$$

في اوجه +ve و -ve! فدا لانه في ادم

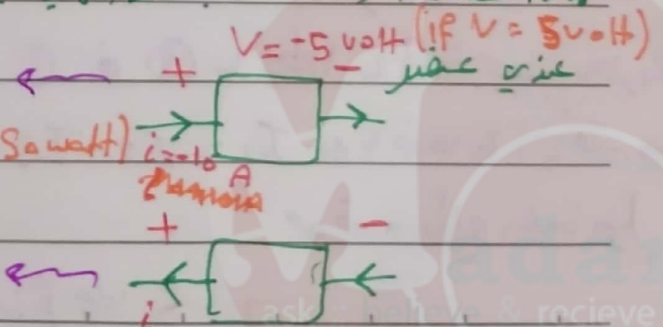
$$P = +(-5)(-10) \text{ (التيارد دخل الموجه)}$$

$$P = +50 \text{ watt}$$

$$(P = +(5)(-10) = -50 \text{ watt})$$

(التيارد دخل الموجه)

$$P = -V \cdot I$$



what is consider the sign of power mean?

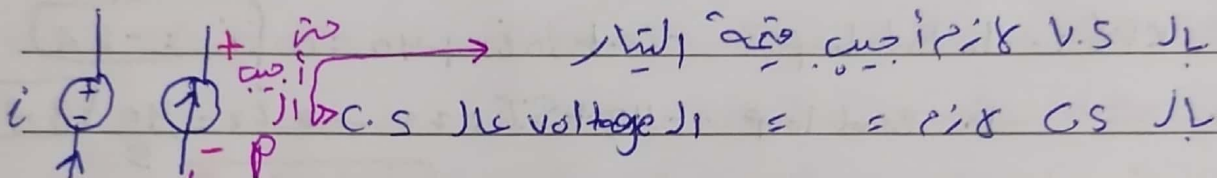
- if $p > 0 \rightarrow$ device (consume power / absorb power) ← استهلاك الطاقة
 if $p < 0 \rightarrow$ device (generate, produce, deliver power) ← مصدر الطاقة

* resistance (R) always $p > 0$ (consumed) دائماً متواصلة $p > 0$ (consumed)

$$P_R = \pm V I = I^2 R \text{ (only at resistance)}$$

دائماً ال P (Ave) لا متواصلة

* for source $\rightarrow p > 0$ or $p < 0$ c.s or v.s سواء كان c.s or v.s



بعدا طبقه $P = \pm V I$ ممكن اوري استهلاك power و $p < 0$
 بعد power

* اذا كانه عن source واحد المتواصلة ف $p < 0$ ال $P < 0$ (-ve) (v.s or c.s)

اذا $\sum P = 0$ قانون حفظ الطاقة (لا تفقد الطاقة) تتولد

بمعنى وجود power الموجود

اذا كانه عن اكثر من source عن ال P يكون طاقة P موجود

واحد يعطى و واحد ياخذ P مستقبل P بإضافة

لواستهلاك من الثاني

KCl 

انکسار و Refraction

عقود امانه في الدار

(R_u)

In closed loop $\therefore -40 + SI_3 = 0 \rightarrow I_3 = \frac{40}{5} = 8A$

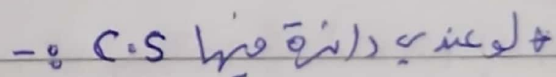
$$\text{Kcl: } i_1 = i_2 + i_3 \rightarrow -2 = i_2 + 8 \rightarrow \boxed{i_2 = -10 \text{ A}}$$

$P_{20V} = -(20)(-2) = +40 \text{ watt (consume)} \rightarrow$ *pi x i la u u u*

$$P_{40V} = + (40)(-10) = -400 \text{ watt (generate/delivery)} \quad \overset{-400}{\text{V}} \quad \text{J}$$

$$P_{10\Omega} = I^2 R = (-2)^2 (10) = 40 \text{ watt} \quad \Sigma P = 0 \rightarrow 40 - 400 + 40 + 320$$

$$= 0 \checkmark$$



find the power consume / deliver in each element

$$i_3 = -50 \text{ A (from current source)}$$

$$i_1, i_2 \text{ (by KVL)} \rightarrow$$

$$KVL: -20 + 10i_1 + 40 = 0$$

$$i_1 = -2A$$

$$KCL: -2 = i_2 - 50 \rightarrow i_2 = 48A$$

لأننا نريد إيجاد القوة P_{50A} (power) على $50A$ في V_X (voltage) ^{في V_X}

نطبق KVL على 2nd loop

$$KVL: -40 + i_3(5) + V_X = 0$$

$$-40 + -50(5) + V_X = 0$$

$$V_X = 40 + 250 = 290 \text{ volt}$$

بما أننا نريد القوة P_{50A} على $50A$ في V_X (voltage) ^{في V_X}

← (power) P_{50A} على element $50A$

$$P_{20V} = -(20)(-2) = +40 \text{ watt (consume)}$$

$$P_{40V} = +(40)(48) = 1920 \text{ watt (consume)}$$

$$P_{50A} = -(50)(290) = -14500 \text{ watt (deliver)}$$

$$P_{10\Omega} = 4 \times 10 = 40 \text{ watt}$$

$$P_{5\Omega} = 50^2 \times 5 = 12500 \text{ watt c.s. الفكرة هون كيف نكتب الفولتج على c.s.}$$

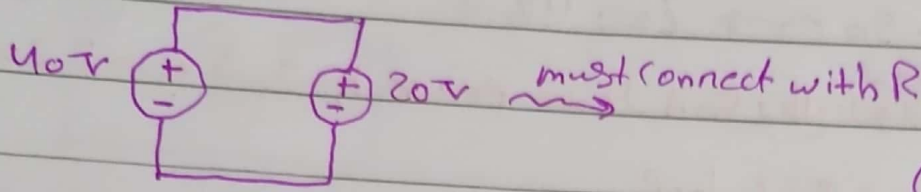
(الـ فولتية V_X فيه ماد فلانها بالمقادير $50A$ 5Ω)

-ve
إدخال
في
دائرة
بال
+ve
في
قائمة
-50
ن

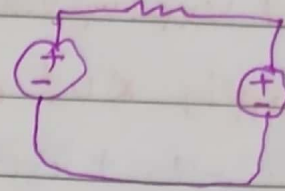


* Connection not allowed (because it is not supply KCL & KVL)

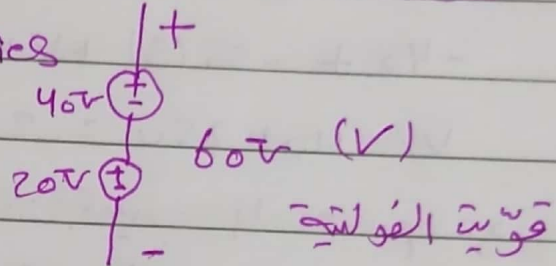
① Connect two voltage source in parallel



$$-40 + 20 \neq 0 \text{ is}$$

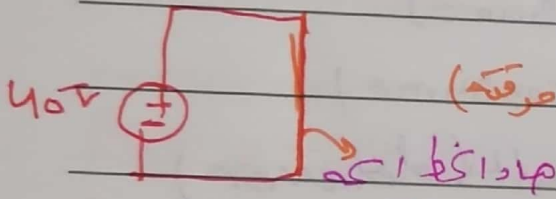


* we can connect it on series



② Connect 2 terminals of V.S with each other

this connection called short circuit



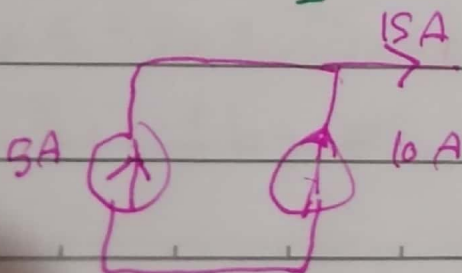
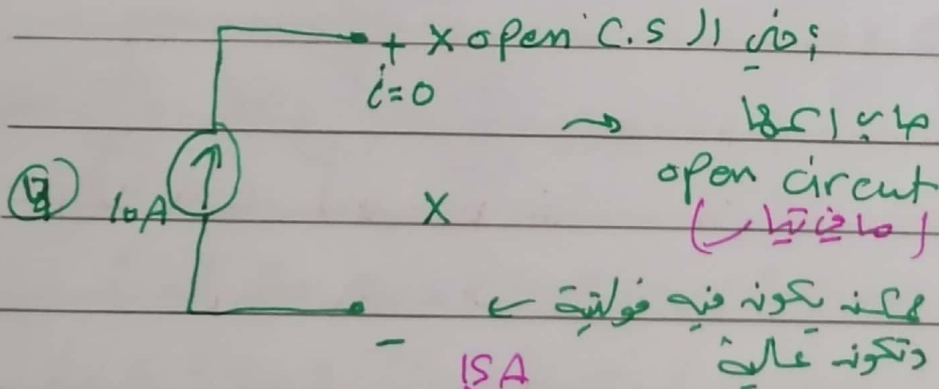
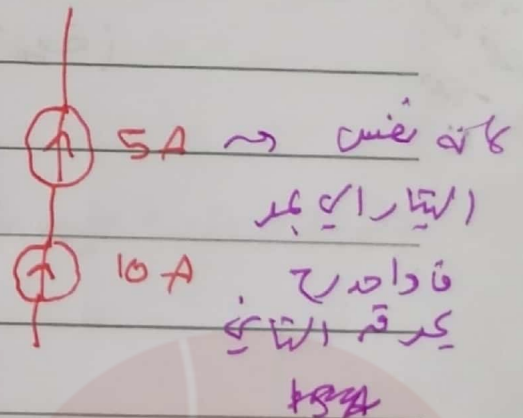
نباست الكفيل بحد واحد (ممكن تفرقة عالو بس وعرقه)
كانت زدت ال power عليه د بطل يعمل

$-40 \neq 0$ short circuit

$v=0$ الفولتية عليه = 0

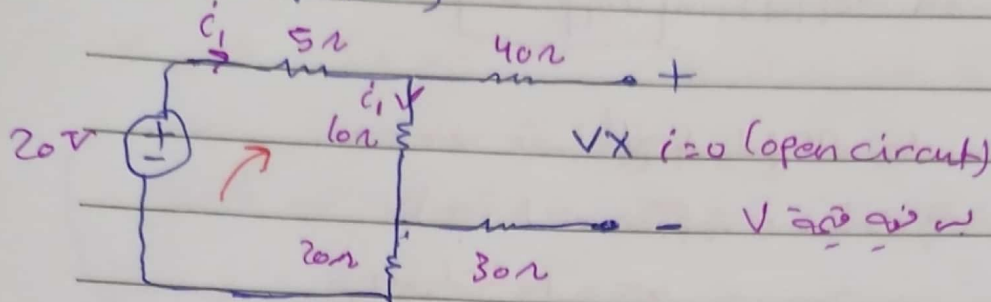
is on
عليه

③ Connect 2 C.S in series



زدت قوة التيار

Ex (past paper)

Find V_X ?

لأن 10Ω و 20Ω في توازي، إذن $V_X = V_{10\Omega}$ ولأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$

KVL

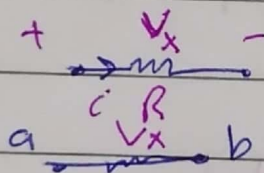
$$-20 + 5i_1 + 10i_1 + 20i_1 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{20}{35} \text{ A}$$

لأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$ ولأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$

$$\frac{-20}{35} (10) + 40(0) + V_X + 30(0) = 0$$

$$V_X = \frac{20}{35} \times 10 = \frac{200}{35} \text{ Volt}$$

لأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$ ولأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$



* الفولتج يتكون من وجود فرق بين نقطتين (عند أخذ الـ V لازم نحدد الـ polarity)

الـ V_X نحدد من خلالها نقطة ثانية حسب النقطة الأولى ثابتة علينا (نسمية أخرى حسب الـ nodes)

$$V_X = V_{ab} = V_a - V_b$$

من غير ملاحظ أن الجهد الجهد أن الجهد

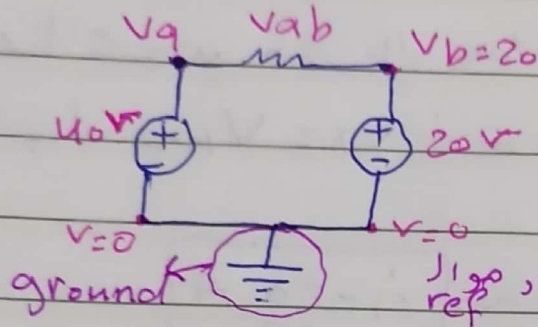
الـ V_X نحدد من خلالها نقطة ثانية حسب النقطة الأولى ثابتة علينا (نسمية أخرى حسب الـ nodes)

V_a : voltage on node a & V_b : voltage on node b

لأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$ ولأن V_X في دائرة مفتوحة، إذن $i_3 = 0$

V_{ref} or $V_{a_{ref}}$ on definition $V_{ref} = 0$

Ref $\rightarrow$ من بقدرنا طلع الفولت على node بس
تابعة لreference $\rightarrow$ ولازم يكون موجود بالدارة
والفولت عليه $= 0$



فالدارة حتم تكون صيغة لازم نرجع
عليها $\rightarrow$ Ref ولما نيكسها
بها حتم يعرف $\rightarrow$ by default
ولما نغير مكانه

$$V_{Ref} = V_{ground} = 0$$

إذا كانت قيمة الـ $V_{a_{ref}}$ = 40V

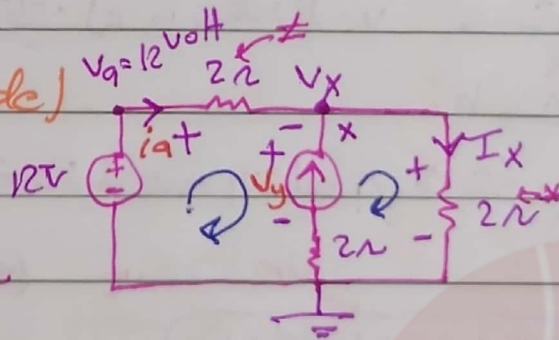
كم قيمة V_a !

$$V_a - 0 = 40 \rightarrow V_a = 40 \text{ volt}$$

$$V_b - 0 = 20 \rightarrow V_b = 20 \text{ volt}$$

نفسا كذا V_b نعرفه على Ref
nodal voltage (فولت عند نقطة)
Ref $\rightarrow$ reference

Ex. (Voltage on node)



$$V_x - 0 = V_{2\Omega}$$

$$\text{find } V_x? \quad V_x = V_{2\Omega}$$

أو $V_x = V_{2\Omega}$ $\rightarrow$ الكالتيف بنطوب أخذنا اليه

$$V_a - 0 = 12 \rightarrow V_a = 12 \text{ volt}$$

عشان Ref

$$V_a - V_x = V_{2\Omega} = +i_a(2) \rightarrow 12 - V_x = 2i_a \dots (1)$$

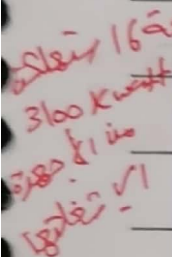
power) is the range of demand

power is $V \times I$ (power is the product of voltage and current)

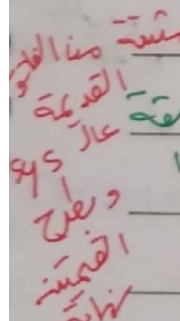
$E = \sum P$ (at certain interval of time) [←] hr, month, year...

زیتون و لاله

بنا energy من مجموع ال Kraft ال كتبه



وصولك بخارج شركة العهدة - لتجمعهم جمع مع الوقت : شغلت 3000 مربع ساعة



وتم الحاحه عليه $\leftarrow$ ما به القيمة الي مدفعه $\leftarrow$ تعدد على قدره الا جهته الموجودة

W. hr $\rightarrow$ (K W. h)

التقييم ليس على power من الطاقة ، بل على rating
لكن ما أحسن الجهاز

طريقة التقييم ... كيف نرجح كما سلك عليها !

من خلال نظام العرفة

تقيم حسب نظام : (نظام العرفة) Tariff

Residential ← مستقل منزلي

or-commercial ← استقلال تجارية وصناعية

or-industry

لا ندم يعرف ال business من يحدد العرفة الخاصة فيه hospitals

تعرفة ال Residential (مدعوم) عبارة عن شرائح Hotels

agricultural ← قسمة الاستهلاك ← مقسمة ال الفاتورة

0 - 300 Kw.h → 100 fils / Kw.h

300 - 600 Kw.h → 150 Fils / Kw.h

600 - 1000 Kw.h → 200 Fils / Kw.h

> 1000 → 300 Fils / Kw.h

أول ٣ جاسم ب ١٥
والباقي من الترقية

لو استهلاك 500 Kw.h كم قسمة الاستهلاك :-

$$(300)(10) + 200(15) = 6000 \text{ Fils / Kw.h} = 60 \text{ JD}$$

$$1000 \text{ Fils} = 1 \text{ JD}$$

لو كانت 1750 :-

$$300 + (10) + 300(15) + 150(20) = 105 \text{ JD}$$

١) رسوم فناء الريف Fees ال بند فحيا :-

٢) رسوم نفقات

٣) رسوم تلفزيون

٤) فرق أسعار الوقود

Subject _____

Day _____

Date _____

كيف نصل الدوائر الكهربائية :- Connection of resistance

① Series

② parallel

③ Δ delta

④ Y

ح نه رقم بار

Ac

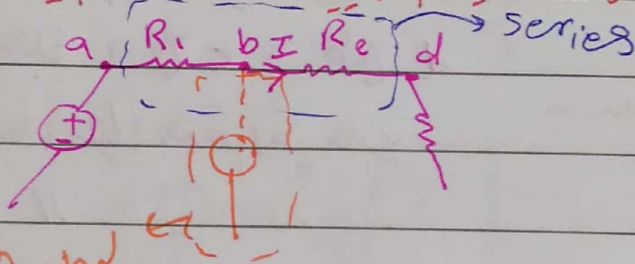
* Series : ما أسهل مقاومة على التوالي يكون التيار المار فيها نفس التيار

(يعني اذا ما خرج التيار يكون in series و اذا خرج يكون parallel)

ب من ثابت حاد القانون فاعنا قانونه بعقد حال node -

اذا كان ال 2 Res ال nodes تابعه شيكو بعضه بواحد منهم كالع (ما فيه)

طريق ثالث يكون سيريز بحد الطرفية الثانية لا 2 Res ثابته بتر عاين



* ستو سقيده من السيريز!

① نفس التيار عبر ال 2 Res

② بإمكان استبدال ال 2 Res بمقاومة وحدة هي ال Req

ال Voltage من أطراف ال Res يكون سيريز موافقه

ال Voltage عند Reqivient = قللت من عدد ال Res

لوحاد بترك بدل سيريز

+ I R1 Vadd R2 -

a → m → d

Vadd Reqiv

2 I → m → d

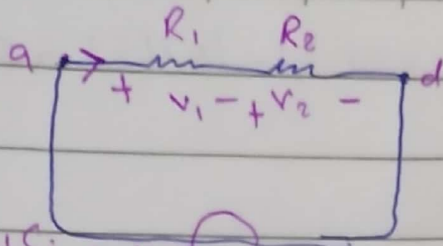
* Reqiviant = $R_1 + R_2$ (فتمتوا أكبر من أكبر وحدة فتم)

* لو عرفنا ال Voltage على الأطراف ^{لقد} أعرفنا ال Voltage من R_1 و R_2

بالتقدم قانونه ال Voltage division من غير ما عمل ال K أو K

in series

ask & receive



Res
ما
نربط
القانون

Voltage division :-

$$V_1 = V_{ad} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

على ال voltage

هاد القانون من KVL

$$I = \frac{V_{ad}}{R_1 + R_2}$$

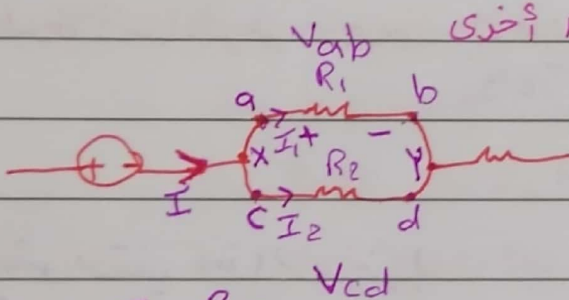
لا نربط هاد القانون انه نظرية لا تلاقى

$$V_2 = \frac{V_{ad} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2 Series resistance

دأكونا رفة الفولتة عليهم

* Parallel : 2 Res (In //) لازم يكون ال



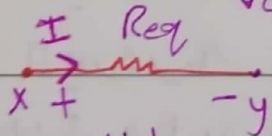
nodes تاخونها تا يكون مع بعض ب node أخرى

لازم اشارة a مع c و b مع d

دستور اشارة بعدم اشارة

بضلو //

فها نضاه



R_2 voltage ال = R_1 voltage ال

$$V_{ab} = V_{cd}$$

the same
→ V_{ab}
→ V_{cd}
→ V_{xy}

بالسيرين التيار نضع بال //

التيار الخارج من با داخلي داخل ال = هو نضعه في الجبر بال Req

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

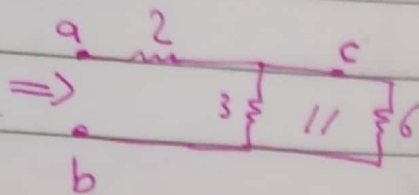
أقل من أقلية

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

لأنه لكل 2 in //

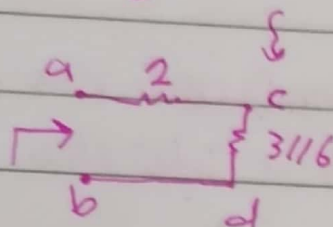


سجل الورقة بوقف بين النقطتين a, b



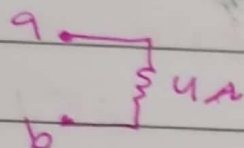
مما يجب ال equivalent لازم عرف مقدار

ومنه السيرة



$$\frac{3 \times 6}{9} = 2 \Omega$$

$$2 \Omega + 2 = 4 \Omega = R_{eq}$$



② Find I_{Total} ?

③ Find I_x ?

④ Find V_y ?

⑤ Find the power deliver by $V.S$?

أو احسار I_{total}

يوجد I_x و I_y و I_{Total} لو كان في R_{eq} بقدر Kcl و $V.L$

بجمع R معادلات R جاميد، R خالص I_{total} ال equivalent R بجمع

بجمع واحد بجماعة دصة R

عنا قيمة ال R_{eq} دقيقة ال Voltage عندنا بقدر أ عرف قيمة ال I_T

$$I_T = \frac{20}{4} = 5A$$

→ For I_x : كانه 6 و 3 (//) دالها، بلاف بقدر ال

current division

$$I_x = \frac{5(3)}{3+6}$$

$$I_x = \frac{5}{3} A$$

$$V_y :- Kcl: I_y = 5 - \frac{5}{3} = \frac{10}{3} A, V_y = -10 \left(\frac{3}{3} \right) = -10 \text{ Volt}$$

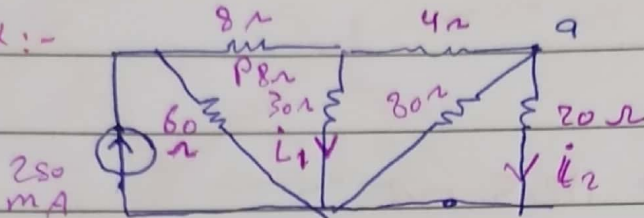
or from
current
division

التيات: بغير اتجاه ال polarity / بغير اتجاه ال I

power deliver by v.s

$$P = -I \times V = -5(20) = -100 \text{ watt} \quad (V_c \text{ -ve و جيب بالدارة})$$

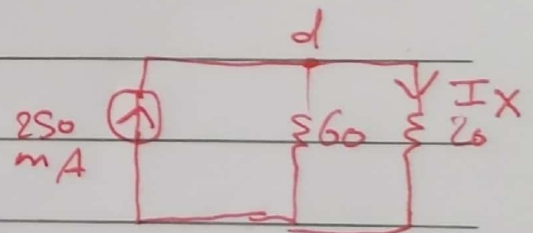
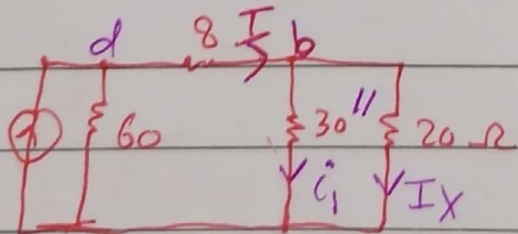
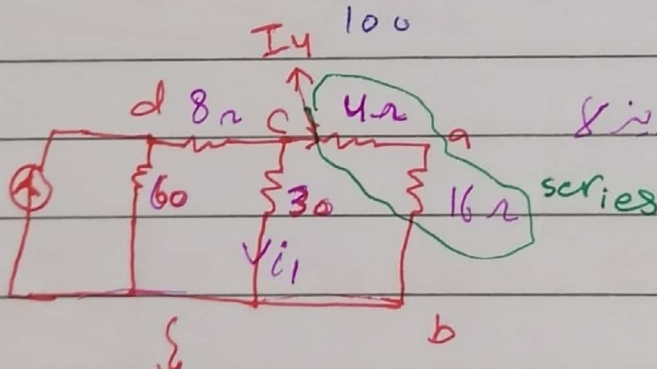
EX:-



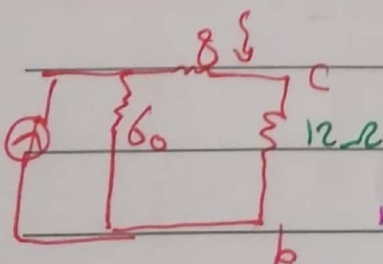
احد قيمه ال (a) ال (b) ال (c) ال (d) ال (e) ال (f) ال (g) ال (h) ال (i) ال (j) ال (k) ال (l) ال (m) ال (n) ال (o) ال (p) ال (q) ال (r) ال (s) ال (t) ال (u) ال (v) ال (w) ال (x) ال (y) ال (z) ال (aa) ال (ab) ال (ac) ال (ad) ال (ae) ال (af) ال (ag) ال (ah) ال (ai) ال (aj) ال (ak) ال (al) ال (am) ال (an) ال (ao) ال (ap) ال (aq) ال (ar) ال (as) ال (at) ال (au) ال (av) ال (aw) ال (ax) ال (ay) ال (az) ال (ba) ال (bb) ال (bc) ال (bd) ال (be) ال (bf) ال (bg) ال (bh) ال (bi) ال (bj) ال (bk) ال (bl) ال (bm) ال (bn) ال (bo) ال (bp) ال (bq) ال (br) ال (bs) ال (bt) ال (bu) ال (bv) ال (bw) ال (bx) ال (by) ال (bz) ال (ca) ال (cb) ال (cc) ال (cd) ال (ce) ال (cf) ال (cg) ال (ch) ال (ci) ال (cj) ال (ck) ال (cl) ال (cm) ال (cn) ال (co) ال (cp) ال (cq) ال (cr) ال (cs) ال (ct) ال (cu) ال (cv) ال (cw) ال (cx) ال (cy) ال (cz) ال (da) ال (db) ال (dc) ال (dd) ال (de) ال (df) ال (dg) ال (dh) ال (di) ال (dj) ال (dk) ال (dl) ال (dm) ال (dn) ال (do) ال (dp) ال (dq) ال (dr) ال (ds) ال (dt) ال (du) ال (dv) ال (dw) ال (dx) ال (dy) ال (dz) ال (ea) ال (eb) ال (ec) ال (ed) ال (ee) ال (ef) ال (eg) ال (eh) ال (ei) ال (ej) ال (ek) ال (el) ال (em) ال (en) ال (eo) ال (ep) ال (eq) ال (er) ال (es) ال (et) ال (eu) ال (ev) ال (ew) ال (ex) ال (ey) ال (ez) ال (fa) ال (fb) ال (fc) ال (fd) ال (fe) ال (ff) ال (fg) ال (fh) ال (fi) ال (fj) ال (fk) ال (fl) ال (fm) ال (fn) ال (fo) ال (fp) ال (fq) ال (fr) ال (fs) ال (ft) ال (fu) ال (fv) ال (fw) ال (fx) ال (fy) ال (fz) ال (ga) ال (gb) ال (gc) ال (gd) ال (ge) ال (gf) ال (gg) ال (gh) ال (gi) ال (gj) ال (gk) ال (gl) ال (gm) ال (gn) ال (go) ال (gp) ال (gq) ال (gr) ال (gs) ال (gt) ال (gu) ال (gv) ال (gw) ال (gx) ال (gy) ال (gz) ال (ha) ال (hb) ال (hc) ال (hd) ال (he) ال (hf) ال (hg) ال (hh) ال (hi) ال (hj) ال (hk) ال (hl) ال (hm) ال (hn) ال (ho) ال (hp) ال (hq) ال (hr) ال (hs) ال (ht) ال (hu) ال (hv) ال (hw) ال (hx) ال (hy) ال (hz) ال (ia) ال (ib) ال (ic) ال (id) ال (ie) ال (if) ال (ig) ال (ih) ال (ii) ال (ij) ال (ik) ال (il) ال (im) ال (in) ال (io) ال (ip) ال (iq) ال (ir) ال (is) ال (it) ال (iu) ال (iv) ال (iw) ال (ix) ال (iy) ال (iz) ال (ja) ال (jb) ال (jc) ال (jd) ال (je) ال (jf) ال (jg) ال (jh) ال (ji) ال (jj) ال (jk) ال (jl) ال (jm) ال (jn) ال (jo) ال (jp) ال (jq) ال (jr) ال (js) ال (jt) ال (ju) ال (jv) ال (jw) ال (jx) ال (jy) ال (jz) ال (ka) ال (kb) ال (kc) ال (kd) ال (ke) ال (kf) ال (kg) ال (kh) ال (ki) ال (kj) ال (kk) ال (kl) ال (km) ال (kn) ال (ko) ال (kp) ال (kq) ال (kr) ال (ks) ال (kt) ال (ku) ال (kv) ال (kw) ال (kx) ال (ky) ال (kz) ال (la) ال (lb) ال (lc) ال (ld) ال (le) ال (lf) ال (lg) ال (lh) ال (li) ال (lj) ال (lk) ال (ll) ال (lm) ال (ln) ال (lo) ال (lp) ال (lq) ال (lr) ال (ls) ال (lt) ال (lu) ال (lv) ال (lw) ال (lx) ال (ly) ال (lz) ال (ma) ال (mb) ال (mc) ال (md) ال (me) ال (mf) ال (mg) ال (mh) ال (mi) ال (mj) ال (mk) ال (ml) ال (mm) ال (mn) ال (mo) ال (mp) ال (mq) ال (mr) ال (ms) ال (mt) ال (mu) ال (mv) ال (mw) ال (mx) ال (my) ال (mz) ال (na) ال (nb) ال (nc) ال (nd) ال (ne) ال (nf) ال (ng) ال (nh) ال (ni) ال (nj) ال (nk) ال (nl) ال (nm) ال (nn) ال (no) ال (np) ال (nq) ال (nr) ال (ns) ال (nt) ال (nu) ال (nv) ال (nw) ال (nx) ال (ny) ال (nz) ال (oa) ال (ob) ال (oc) ال (od) ال (oe) ال (of) ال (og) ال (oh) ال (oi) ال (oj) ال (ok) ال (ol) ال (om) ال (on) ال (oo) ال (op) ال (oq) ال (or) ال (os) ال (ot) ال (ou) ال (ov) ال (ow) ال (ox) ال (oy) ال (oz) ال (pa) ال (pb) ال (pc) ال (pd) ال (pe) ال (pf) ال (pg) ال (ph) ال (pi) ال (pj) ال (pk) ال (pl) ال (pm) ال (pn) ال (po) ال (pp) ال (pq) ال (pr) ال (ps) ال (pt) ال (pu) ال (pv) ال (pw) ال (px) ال (py) ال (pz) ال (qa) ال (qb) ال (qc) ال (qd) ال (qe) ال (qf) ال (qg) ال (qh) ال (qi) ال (qj) ال (qk) ال (ql) ال (qm) ال (qn) ال (qo) ال (qp) ال (qq) ال (qr) ال (qs) ال (qt) ال (qu) ال (qv) ال (qw) ال (qx) ال (qy) ال (qz) ال (ra) ال (rb) ال (rc) ال (rd) ال (re) ال (rf) ال (rg) ال (rh) ال (ri) ال (rj) ال (rk) ال (rl) ال (rm) ال (rn) ال (ro) ال (rp) ال (rq) ال (rr) ال (rs) ال (rt) ال (ru) ال (rv) ال (rw) ال (rx) ال (ry) ال (rz) ال (sa) ال (sb) ال (sc) ال (sd) ال (se) ال (sf) ال (sg) ال (sh) ال (si) ال (sj) ال (sk) ال (sl) ال (sm) ال (sn) ال (so) ال (sp) ال (sq) ال (sr) ال (ss) ال (st) ال (su) ال (sv) ال (sw) ال (sx) ال (sy) ال (sz) ال (ta) ال (tb) ال (tc) ال (td) ال (te) ال (tf) ال (tg) ال (th) ال (ti) ال (tj) ال (tk) ال (tl) ال (tm) ال (tn) ال (to) ال (tp) ال (tq) ال (tr) ال (ts) ال (tt) ال (tu) ال (tv) ال (tw) ال (tx) ال (ty) ال (tz) ال (ua) ال (ub) ال (uc) ال (ud) ال (ue) ال (uf) ال (ug) ال (uh) ال (ui) ال (uj) ال (uk) ال (ul) ال (um) ال (un) ال (uo) ال (up) ال (uq) ال (ur) ال (us) ال (ut) ال (uu) ال (uv) ال (uw) ال (ux) ال (uy) ال (uz) ال (va) ال (vb) ال (vc) ال (vd) ال (ve) ال (vf) ال (vg) ال (vh) ال (vi) ال (vj) ال (vk) ال (vl) ال (vm) ال (vn) ال (vo) ال (vp) ال (vq) ال (vr) ال (vs) ال (vt) ال (vu) ال (vv) ال (vw) ال (vx) ال (vy) ال (vz) ال (wa) ال (wb) ال (wc) ال (wd) ال (we) ال (wf) ال (wg) ال (wh) ال (wi) ال (wj) ال (wk) ال (wl) ال (wm) ال (wn) ال (wo) ال (wp) ال (wq) ال (wr) ال (ws) ال (wt) ال (wu) ال (wv) ال (ww) ال (wx) ال (wy) ال (wz) ال (xa) ال (xb) ال (xc) ال (xd) ال (xe) ال (xf) ال (xg) ال (xh) ال (xi) ال (xj) ال (xk) ال (xl) ال (xm) ال (xn) ال (xo) ال (xp) ال (xq) ال (xr) ال (xs) ال (xt) ال (xu) ال (xv) ال (xw) ال (xx) ال (xy) ال (xz) ال (ya) ال (yb) ال (yc) ال (yd) ال (ye) ال (yf) ال (yg) ال (yh) ال (yi) ال (yj) ال (yk) ال (yl) ال (ym) ال (yn) ال (yo) ال (yp) ال (yq) ال (yr) ال (ys) ال (yt) ال (yu) ال (yv) ال (yw) ال (yx) ال (yy) ال (yz) ال (za) ال (zb) ال (zc) ال (zd) ال (ze) ال (zf) ال (zg) ال (zh) ال (zi) ال (zj) ال (zk) ال (zl) ال (zm) ال (zn) ال (zo) ال (zp) ال (zq) ال (zr) ال (zs) ال (zt) ال (zu) ال (zv) ال (zw) ال (zx) ال (zy) ال (zz)

نستخدم قانون تقسيم التيار (C.D)
 بنسبته كمانه ال C.D $\frac{R}{R+R}$
 ف يه اقلهم $2R_{eq}$ يكونوا

$$\textcircled{1} 20/80 \rightarrow \frac{20 \times 80}{100} = 16 \Omega$$



$$R_{eq} = \frac{20 \times 60}{80}$$



$$\frac{20 \times 30}{50} = \frac{1200}{100} = 12 \Omega$$

$$R_{eq} = 15 \Omega$$

منه جيب لو طلب ال Req
 seen from the source
 node 6 ال

مثلاً نخرج I_X - نقطة C.D

$$① I_X = 250 \left(\frac{60}{80} \right) = 187.5 \text{ mA}$$

$$② I_1 = 187.5 \left(\frac{80}{50} \right) = 75 \text{ mA}$$

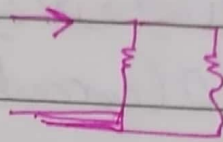
③ to find $I_2 \rightarrow$

$$I_4 = 187.5 \left(\frac{30}{50} \right) = 112.5 \text{ mA}$$

$$I_X = I_2 = 112.5 \left(\frac{80}{100} \right) = 90 \text{ mA}$$

$$I_1 = 75 \text{ mA}$$

$$I_2 = 90 \text{ mA}$$

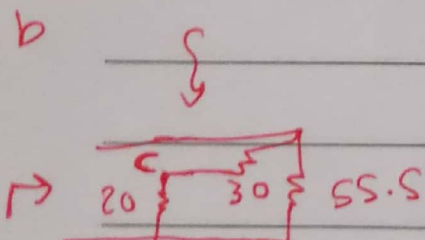
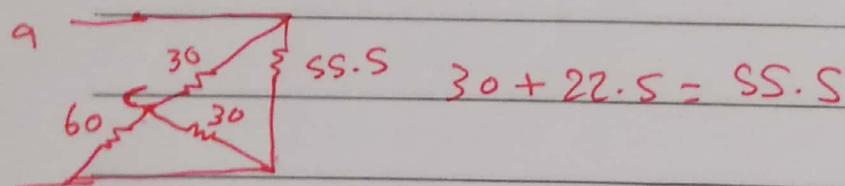
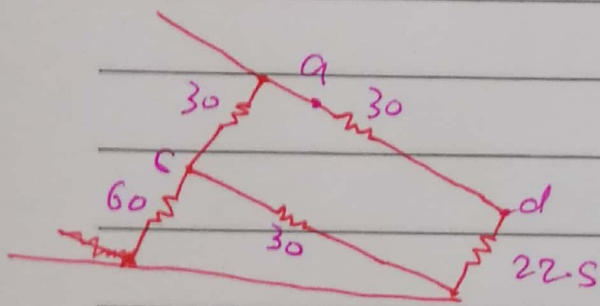
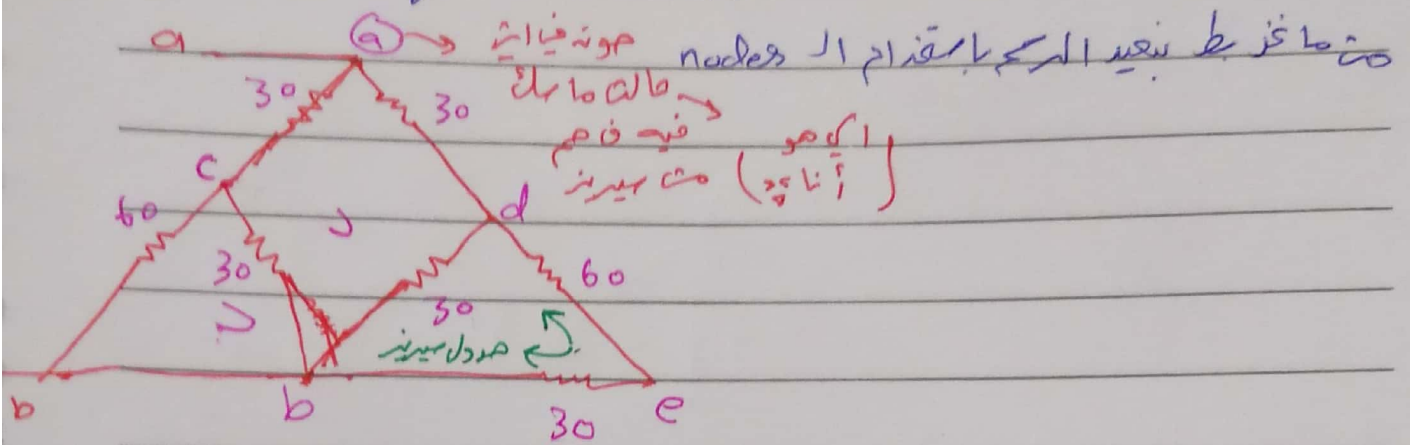


لأنه هناك اتي كل نقطة

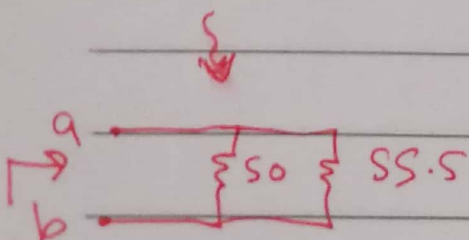
ممكن يا آل ال P_{80} اذ التيار ال 4 اذ ال 8



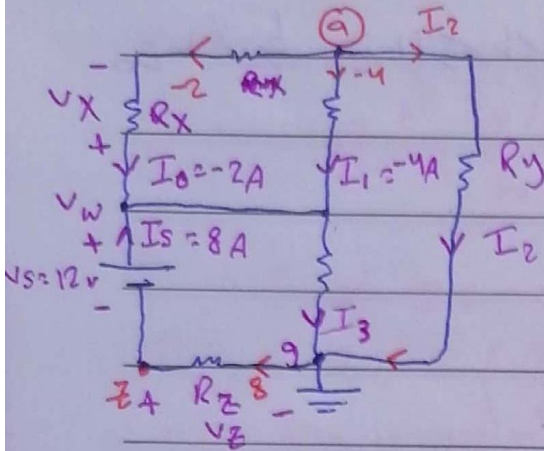
* Final Req seen from a, b



$$\frac{30 \times 55.5}{105.5} = R_{eq} = 26.3 \Omega$$



* from homework sheet



find I_2, I_3 using Kershof current law (ما أكتب قيم R)

مع نقطة في نقطة (a) $\leftarrow$ كبر

$$I_2 - 4 - 2 = 0 \rightarrow \boxed{I_2 = 6A}$$

$$I_3 + 6 = 8 \rightarrow \boxed{I_3 = 2A}$$

نظرة على الجهد في نقطة $\leftarrow$

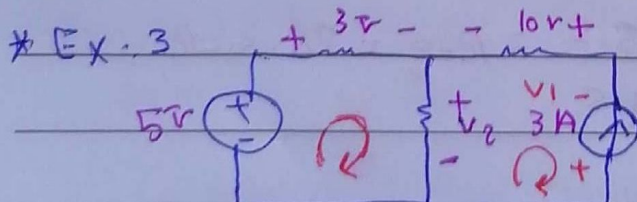
① If $R_X = 2\Omega$, find $V_X \rightarrow V_X = (-2)(2) = +4 \text{ volt}$

② If R_Y consume 10 watt find R_Y (الشيء يكتب الوات)

$$P = I^2 R_Y \rightarrow 10 = 6^2 R_Y \rightarrow R_Y = 0.278 \Omega$$

③ If $R_Z = 5\Omega$ find $V_Z \rightarrow V_Z = -(8)(5) = -40 \text{ volt}$

④ find V_W ? $V_W - V_Z = 12 \text{ volt} \rightarrow V_W - (-40) = 12 \rightarrow V_W = -28 \text{ V}$



① find V_2 ?

② find the power cons/del by c.s?

التيار في نقطة $\leftarrow$
 (وكانت في نقطة) $\leftarrow$
 polarity $\leftarrow$
 (التيار في نقطة) $\leftarrow$

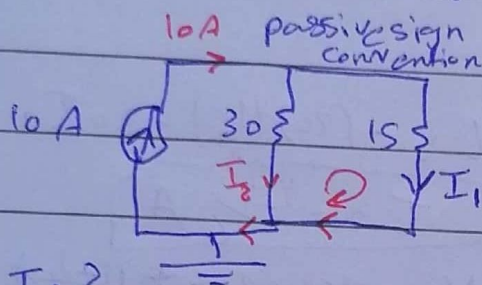
① KVL: $-5 + 3 + V_2 = 0 \rightarrow V_2 = 2 \text{ volt}$

$-V_2 - 10 - V_1 = 0 \rightarrow -12 = V_1 \rightarrow V_1 = -12 \text{ volt}$

$P = + (3)(-12) = -36 \text{ watt}$ (deliver)
 (المستهلكات) $\rightarrow$ polarity $\rightarrow$ $\leftarrow$ power $\rightarrow$ (المستهلكات)

EX: 4

$V = \pm IR$ & $P = \pm VI$ $\rightarrow$ polarity $\rightarrow$ (المستهلكات) $\rightarrow$ (المستهلكات)



Find I_1 ?

using ohm's law & KCL

$I_2 + I_1 = 10$

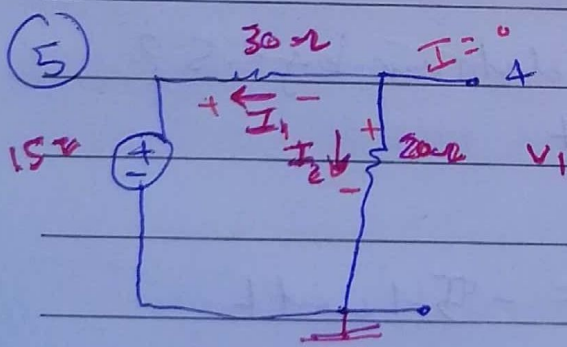
$-30(I_2) + 15I_1 = 0$

$15I_1 = 30I_2$

$I_1 = 6.66 \text{ A}$

current division

$I_1 = 10 \left(\frac{30}{45} \right) = 6.66 \text{ A}$



Find I_1, I_2, V_1

2 Res in parallel $\rightarrow$ voltage is same

KVL: $-15 - 30I_1 + 20I_2 = 0$

$I_1 = -I_2 \rightarrow -15 - 30I_1 - 20I_1 = 0 \rightarrow I_1 = -15 = -0.3 \text{ A}$

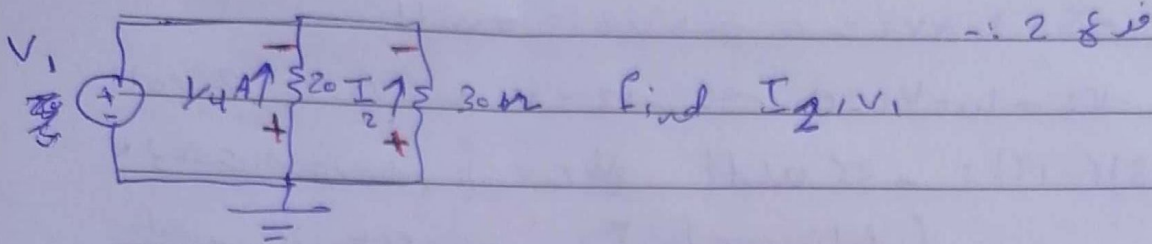
$V_1 = V_{20\Omega} = + (0.3)(20) = 6 \text{ volt}$ $I_2 = 0.3 \text{ A}$

$V_{30\Omega} = 15 - 6 = 9 \text{ volt}$

Subject _____

Day _____

Date _____



$$V_1 = V_{20\Omega} = V_{30\Omega} \text{ (parallel)}$$

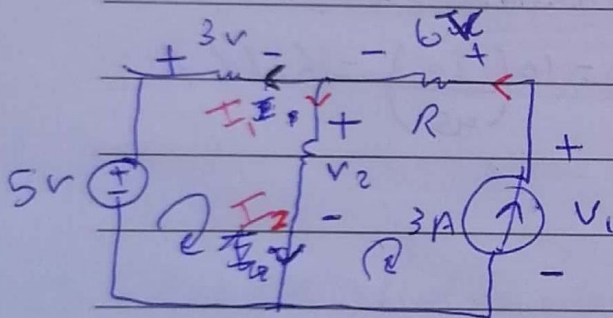
$$V_{20\Omega} = + (14) (20) = 5 \text{ volt}$$

$$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6} \text{ A} \quad \text{or} \quad \text{KVL: } -(20)(\frac{1}{6}) - 30I_2 = 0$$

$$I_2 = -\frac{1}{6} \text{ A}$$

$$V_1 = V_{20\Omega} = + (14) (20) = 5 \text{ volt}$$

$$V_1 = 5 \text{ volt}$$



find I_2, V_1, V_2

find power absorb by R & power deliver by C.S?

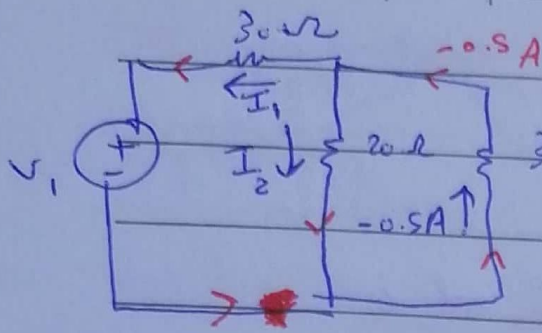
$$P = I^2 R = 3^2 \times 10 = 90 \text{ watt}$$

$$P_{C.S} = -I \times V = - (3) (18) = -54 \text{ watt}$$

KVL:

$$-5 - 3 + V_2 = 0 \rightarrow V_2 = +8 \text{ volt}$$

$$-V_2 - 10 + V_1 = 0 \rightarrow -8 - 10 + V_1 = 0 \rightarrow V_1 = +18 \text{ volt}$$

Find I_2, I_1, V_1

$$I_1 + I_2 = -0.5$$

$$\text{KVL: } -20(I_2) - (-0.5)(30) = 0$$

$$I_2 = 0.75 \text{ A}$$

$$I_1 + 0.75 = -0.5 \rightarrow I_1 = -1.25 \text{ A}$$

 ~~$V_1 = 30 + (-1.25)(20)$~~

$$-V_1 - 30 + (-1.25) + 0.75(20) = 0$$

$$V_1 = 52.5 \text{ volt}$$

+ 10 v.s

بالتوازي مع Res

* If a heater required 23A @ 110 volt find :-

(a) Power dissipated by the heater

(b) energy " " " " in 24-hr (1 day)

(c) Find the cost of the energy if the charged at 6 pence/kw.hr

(d) energy at 2 hr & 15 mins

$$(a) P = VI = 23(110) = 2530 \text{ watt} = 2.53 \text{ Kw}$$

$$(b) E = 2.53 \times 24 = 60.72 \text{ Kw.hr}$$

$$100 \text{ pence} = 1 \text{ JD}$$

$$(c) 60.72 \times 6 = 364.32 \text{ pence/kw.hr} = 3.6432 \text{ JD}$$

$$(d) 2 \text{ hr} + 15 = 2.25 \text{ hr}$$

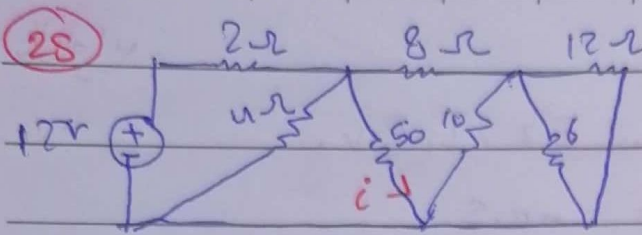
$$1000 \text{ Files} = 1 \text{ JD}$$

$$E = 2.53 \times 2.25 = 5.6925 \text{ Kw.hr}$$

File/Kw.hr لا يساوي القيرفة أعرف بال

1000 JD

1000

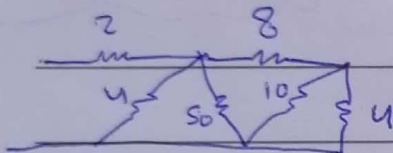


find R_{eq} seen from the source & find i

$12 \parallel 6$

$\frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \Omega$

* در این مرحله از مدار 5 اهم را حذف می کنیم
و طبقه اول را می بینیم



$4 \parallel 10.85$

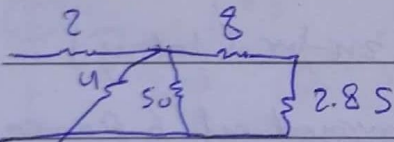
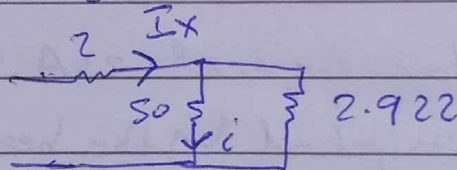
$\frac{4 \times 10.85}{4 + 10.85} = 2.922 \Omega$

$10 \parallel 4$

14.85

$\frac{10 \times 4}{10 + 4} = 2.85$

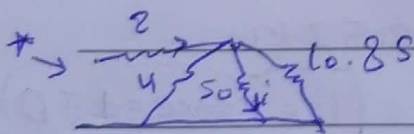
14.85



$i = I_x \left(\frac{2.922}{5 + 2.922} \right)$

$I_x = 2.521 A$

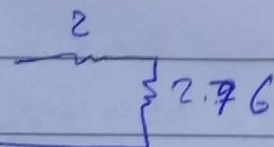
8 series with 2.85



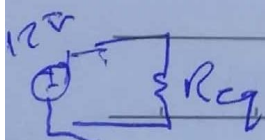
$i = 2.521 \left(\frac{2.922}{5 + 2.922} \right) = 0.139 A$

$4 \parallel 50 \parallel 10.85$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{50} + \frac{1}{10.85} = 2.76$



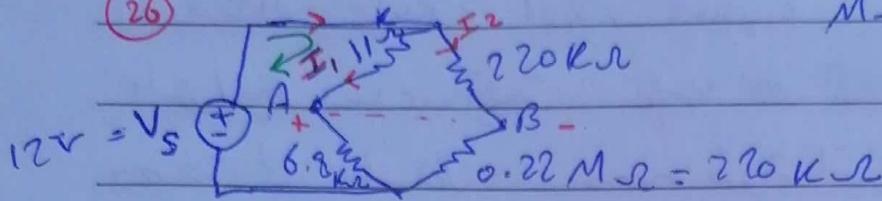
$R_{eq} = 4.76 \Omega$



$I_{eq} = \frac{V}{R} = \frac{12}{4.76} = 2.521 A$

(26)

$$M\Omega = 10^6 \Omega = 10^3 K\Omega$$



$V_{AB} = ?$

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

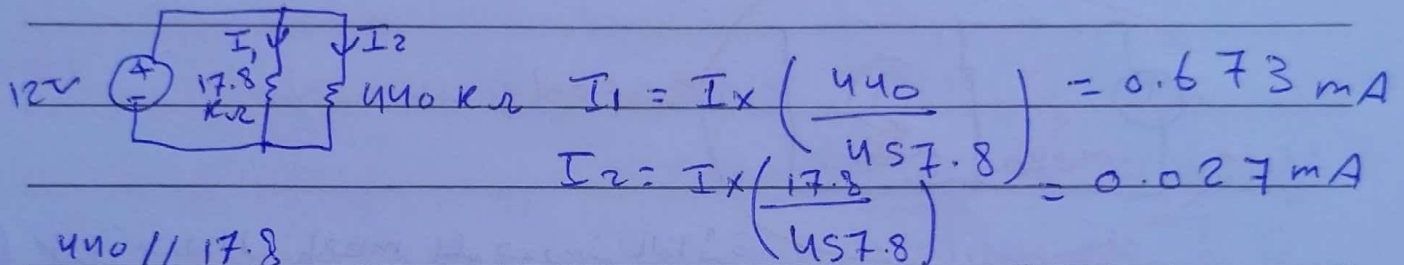
من هنا نعرف ما قيمة V_{ab}

بقدرنا قطعنا $K\Omega$ جوا المكمل في قوة بـ Δ التيار $11.2K\Omega$ و $220K\Omega$

$$-11I_1 + 220I_2 - V_{ab} = 0$$

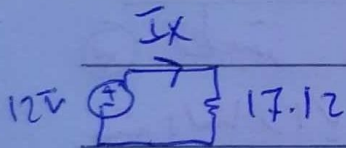
بفرضنا اتجاه التيار :

to find I_1 & I_2 we can apply C.D after obtain R_{eq}



$$440 // 17.8$$

$$\frac{440 \times 17.8}{440 + 17.8} = 17.108 K\Omega = 17108 \Omega$$



$$I_x = \frac{V}{R} = \frac{12}{17108} = 0.7 \text{ A} = 0.7 \text{ mA}$$

$$-11(0.673) + 220(0.027) - V_{ab} = 0 \rightarrow V_{ab} = 1.463 \text{ volt}$$

onther answer for obtain I_1 & I_2 (by KVL)

$$-12 + 11I_1 + 6.8I_1 = 0 \rightarrow 17.8I_1 = 12 \rightarrow I_1 = 0.674$$

$$-12 + 220I_2 + 220I_2 = 0 \rightarrow I_2 = \frac{12}{440} = 0.027 \text{ mA}$$

كيفية حل المسائل (KVL, KCL, KCL, KCL) Req, Series, Parallel

المعادلة الأساسية: $v_a - v_b = v_{ab}$

وضعت لكل المسائل طريقة لتبسيط حل الدوائر الكهربائية: ch3

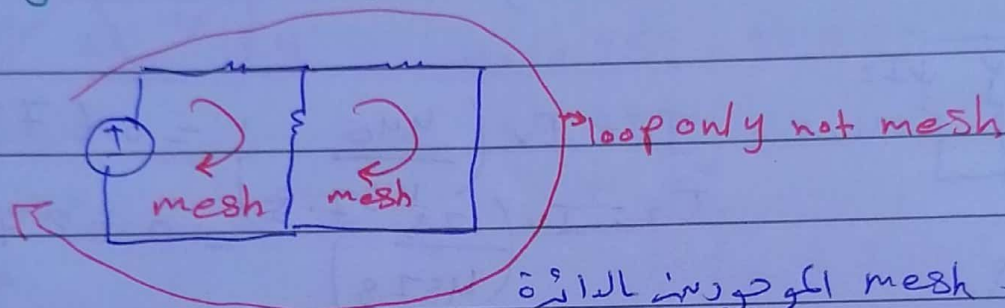
طريقة البرقبة (mesh analysis & nodal analysis)

① mesh analysis

طريقة البرقبة = طريقة حل المسائل المتعلقة بال loop (مرتبطة ب KVL)

→ loop mesh حالة من loop

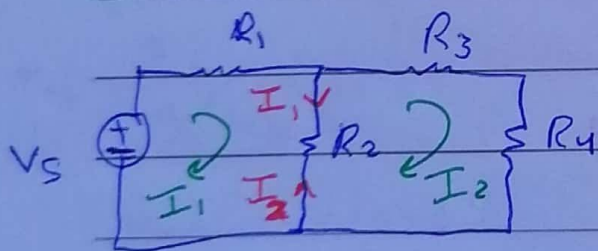
الفرق انه ال mesh ما فيه جواته loops أخرى (single)



لا يتم حل ال mesh الموجود بين الدوائر

② لكل mesh فيه تيار اسمه ال mesh current، ونفرض اتجاهه مع عقارب الساعة

③ تطبيق KVL على كل mesh



$R_1 : I_1$ (لا يوجد mesh 1)

$R_2 : I_1, I_2$ (mesh 1 & 2)

$S : I_1$ (mesh 1)

$R_3, R_4 : I_2$ (mesh 2)

معطيات المسألة: اتجاه التيار مع عقارب الساعة واتجاه الجهد مع KVL

mesh 1: $-V_S + R_1 I_1 + (I_1 - I_2) R_2 = 0 \rightarrow -V_S + I_1 (R_1 + R_2) - R_2 I_2 = 0$

mesh 2: $R_2 (I_2 - I_1) + I_2 R_3 + I_2 R_4 = 0$

$-R_2 I_1 + (R_2 + R_3 + R_4) I_2 = 0$

(المعادلة بينة وبينها بتل 2 انه اختصرت عدد المعادلات) KCL اختصرتا بـ $I_1 = I_2$

عنا طريقة أسهل وأسهل :-

* إذا افترضنا حركتنا مع عقارب الساعة واتجاه التيار مع بإمكاننا كتابة المعادلات مباشرة من غير ما نكتب I_1 و I_2 عن طريقة :

* Inspection method

نقبي انه : عدد ال mesh و كل التيار ان يبتني فيه

والتيار ان انت ما في فيه $-V_s = 0$ $+V_e$ $mesh 1 : +I_1(R_1 + R_2) - I_2(R_2)$ $-V_e$ $-V_e$ $-V_e$

وبعد ما اجمع المقادير ان فيه (عند التيار ان يجمع المقادير) والثانية

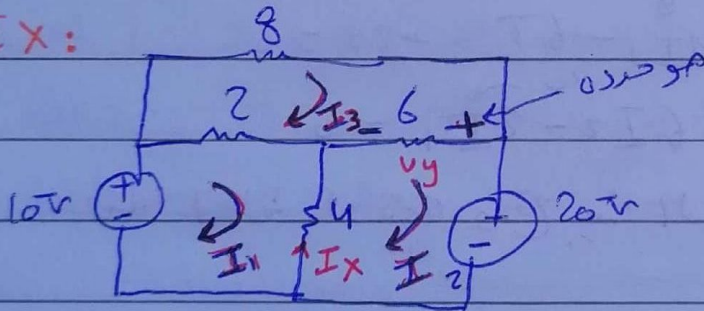
كل به المشترك بعد ما نطلع اذا فيه V_s موجود بالدارة (اذا دخلت $+V_e$ $-V_e$ $-V_e$ $-V_e$)

$$mesh 2: I_2(R_1 + R_2 + R_3) - I_1(R_2) = 0$$

المعادلات بجعلها (أسهل)

نترتب هاي المعادلة الى الدائرة ال mesh و ال فيه V_s فقط (c.s.c)

EX:



الوطينه زي شتر 2 رح يطلع 6 معادلات write the mesh equation

mesh 1: $I_1(6) - I_2(4) - 2I_3 - 10 = 0$ (بما حصلنا) وهذا الهدف من الخ (تخفف المعادلات)

المعادلة بطلب به المعادلات $I_1(6) - I_2(4) - 2I_3 - 10 = 0$

$$mesh 2: 10I_2 - 4I_1 - 6I_3 + 20 = 0$$

$$mesh 3: 16I_3 - 2I_1 - 6I_2 = 0$$

$$I_1 = 0.7954, I_2 = 3.068, I_3 = 1.25$$

بعد ما نطلعهم ممكن يال عن ا حركه تاني

Subject _____

Day _____

Date _____

: مثال ١٠

If $\begin{cases} I_1 = -0.7 \\ I_2 = -3.068 \\ I_3 = 1.25 \end{cases}$ find I_x , V_y , power cons/del $V_3 = 20V$

abs

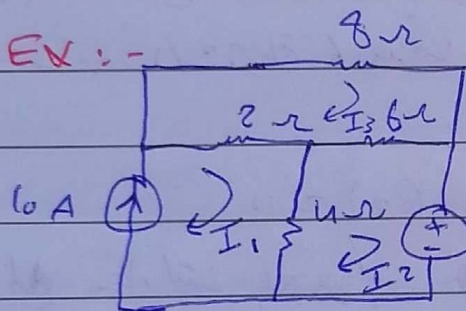
$$I_x = I_2 - I_1$$

$$I_x = -2.273A$$

$$V_y = + (I_3 - I_2)R = + I_3(6) = (I_3 - I_2)6$$

$$P = 4(20)(I_2) = +20(-3.068) = -61.36$$

Ex :-



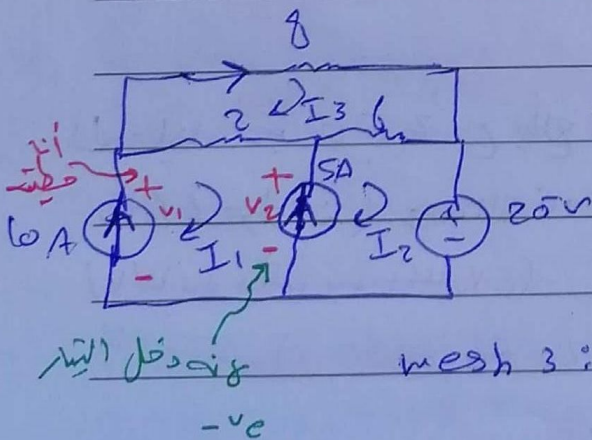
find the mesh eqn

$$\boxed{I_1 = 10A}$$

mesh 2: $10I_2 - 4I_1 - 6I_3 + 20 = 0$

$$\text{mesh 3: } 16I_3 - 6I_2 - 2I_1 = 0$$

2 meshes 11 واقع بين 11 و 11 C.S



$I_1 = 10A$ & I_2 can be found

by SA

$$5 = I_2 - I_1 \rightarrow I_2 = 15A$$

$$\text{mesh 3: } 16I_3 - 6I_2 - 2I_1 = 0$$

$$I_3 = 6.875A$$

* after found I_1 & I_3 :-

final power del/abs by c.s at 10 A & 5 A

for

$$KVL \Rightarrow -V_1 + 2(I_1 - I_3) + V_2 = 0$$

$$\therefore -V_1 + 8(I_3) + 20 = 0 \rightarrow V_1 = 75 \text{ volt}$$

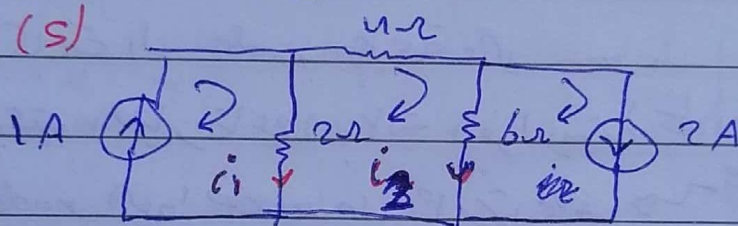
$$V_2 = 75 - 2(10 - 6.875) = 68.75 \text{ volt}$$

$$P_{5A} = -(68.75)(5) = -343.75 \text{ watt}$$

$$P_{10A} = -75(10) = -750 \text{ watt}$$

المسألة 3.8 (س) R

3.8 (S)



use the mesh analysis to determine i_1 & i_2

$$\text{mesh 1: } 2i_1 - 2i_2 = 1 \text{ A} \quad (i_1 = 1 \text{ A})$$

$$\text{mesh 2: } 12i_3 - 2i_1 - 6i_2 = 0 \Rightarrow 12i_3 - 2(1) - 6(2) = 0$$

$$\text{mesh 3: } i_2 = 2 \text{ A} \quad i_3 = \frac{14}{12} \text{ A}$$

$$-1(2) - 2(6) + I_3(12) = 0$$

$$I_3 = \frac{14}{12} \text{ A}$$

$$i_1 = 1 - I_3$$

$$i_2 = I_3 - 2$$

② nodal analysis (carry with nodes)

KCL ← nodes هي نقطة

في كل نقطة في KCL $\sum I_{in} = \sum I_{out}$ Voltage

the aim: solve voltage at each node (nodal voltage)

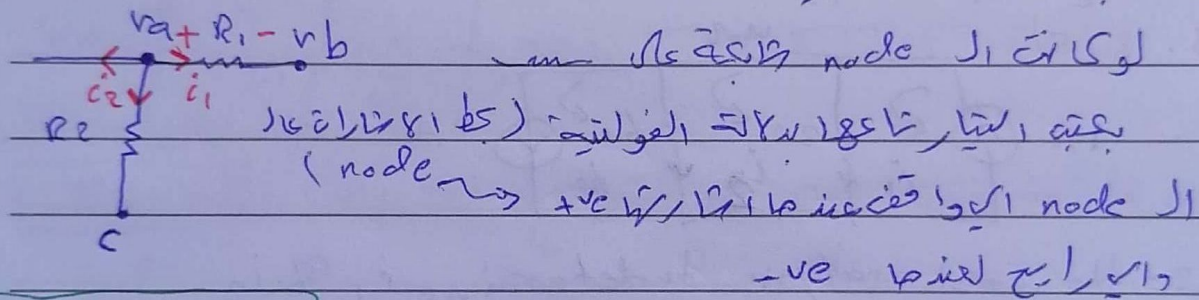
"هو v_a في كل

Ref node نقطة مرجعية ①

إذا كان لدينا 2 nodes

② في كل node موجودة الجارية

③ بفرض أن كل الجارية في node



في node الجارية

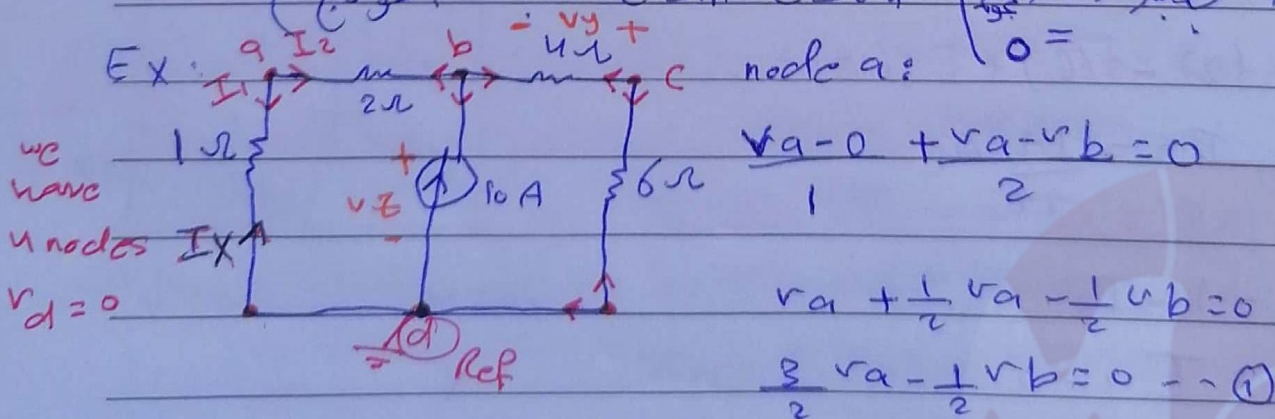
$$v_{ab} = v_a - v_b = +i R_1$$

$$i_1 = \frac{v_a - v_b}{R_1} \quad ; \quad i_2 = \frac{v_a - v_c}{R_2}$$

nodes يكون في

(V.S) C.S

في node الجارية $\sum I_{in} = \sum I_{out}$ (في node الجارية)



node b: -

$$\frac{v_b - v_a}{2} + \frac{v_b - v_c}{4} = 10 \rightarrow v_b \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) - \frac{1}{2} v_a = \frac{v_c}{4} \rightarrow 10$$

$$\text{node c: } \frac{v_c - v_b}{4} + \frac{v_c - 0}{8} = 0 \rightarrow \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) v_c - \frac{1}{4} v_b = 0$$

$\frac{1}{4} \checkmark \quad \frac{1}{8} \checkmark \quad \frac{1}{4} \checkmark \quad \frac{1}{8} \checkmark$
 $v_a \checkmark \quad v_c \checkmark \quad v_b \checkmark$

* by inspection method:

at node a: -

$$v_a \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) - \frac{v_b}{2} = 0$$

at node b: -

$$v_b \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) - v_a \left(\frac{1}{2} \right) - \frac{v_c}{4} = 10$$

at node c: -

$$v_c \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) - \frac{v_b}{4} = 0$$

$$v_a = -7.6923$$

$$v_b = -23.0769, v_c = -13.846$$

: معطيات المسألة

node eqn Ji alda, $\square v_a \square v_b \square v_c = \square$

✓ v_c ✓ v_b ✓ v_a Ji عرفية

① find $I_x = 0 - v_a = -v_a = +7.6923A$

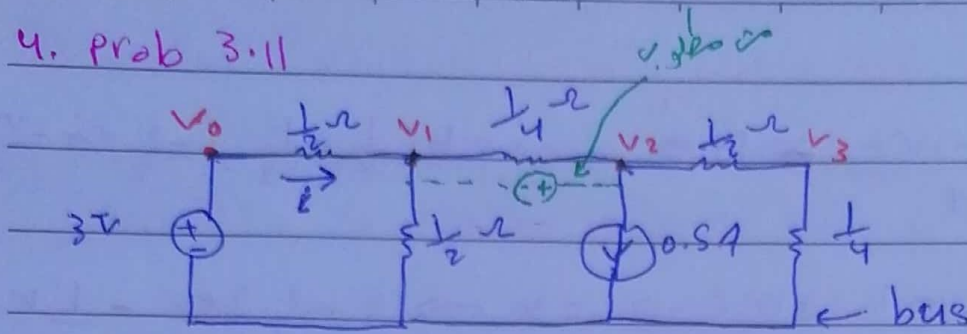
② v_y ? $v_y = v_c - v_b = -9.2309$

③ power del by the C.S $\rightarrow P = -10(V_z) = -10 v_b \text{ watt}$

$$V_z = \frac{v_b - 0}{1} = +v_b$$

$$= 230.769 \text{ watt}$$

4. Prob 3.11



- write the nodal eqn
- write the nodal voltage
- Find i

$$v_0 - 0 = 3V \rightarrow \boxed{v_0 = 3V}$$

at node v_1 :

$$\frac{v_1 - 3}{\frac{1}{2}} + \frac{v_1 - v_2}{\frac{1}{4}} + \frac{v_1 - 0}{\frac{1}{2}} = 0 \rightarrow 2v_1 - 6 + 4v_1 - 4v_2 + 2v_1 = 0$$

$$\text{node 2} \quad 4v_1 - 4v_2 - 6 = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$4(v_2 - v_1) + (v_2 - v_3)2 = -0.5$$

$$4v_2 - 4v_1 + 2v_2 - 2v_3 = -0.5$$

$$6v_2 - 4v_1 - 2v_3 + 0.5 = 0 \quad \text{--- (2)}$$

node 3:

$$v_b = +1.125$$

$$(v_3 - v_2)2 + v_3(4) = 0$$

$$v_c = +0.75$$

$$6v_3 - 2v_2 = 0 \quad \text{--- (3)} \quad v_d = +0.25$$

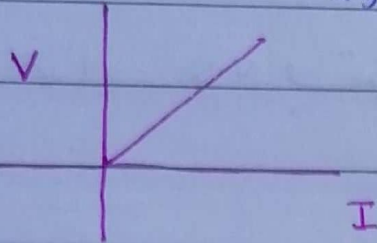
$$i = (v_0 - v_1) \times 2 = 6 - 2v_1$$

not included: supermesh x ; supernode x

$$i = 8.5A$$

③ Super position method

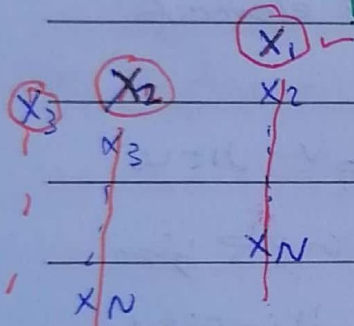
مبنى هادى ال sys الى العلاقة linear بين ال V و ال I (قانون اوم)
في رتبة هادى ال method على القانون



رئى ال Superposition :-

ان اذا كان عنى Input و بندظ الى sys على قة linear

بين ال x و ال y اذا بى اى ال $y = y_1$ و $y = y_2$ و $y = y_3$...
كل ال x و x_1 و x_2 و x_3 ...
و $y = y_1$ و $y = y_2$ و $y = y_3$...
و $x = x_1$ و $x = x_2$ و $x = x_3$...

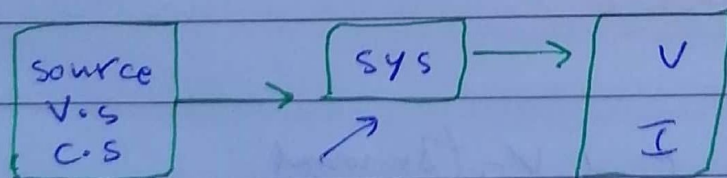


و $y = y_1$ و $y = y_2$ و $y = y_3$...
و $x = x_1$ و $x = x_2$ و $x = x_3$...
و $y = y_1$ و $y = y_2$ و $y = y_3$...
و $x = x_1$ و $x = x_2$ و $x = x_3$...

الجواب النهائي لـ linear يكون

حامل جمع الى طلة

* In the electrical: our input is the sources (C.S or V.S)



الارة هادى ال sys
قانون اوم

بانه سورس و بلى ال باقى
و بلى واحد منهم ال V_1
بعد ال V_2 و V_3 ...
والخ ...

$\sum = \text{answer}$

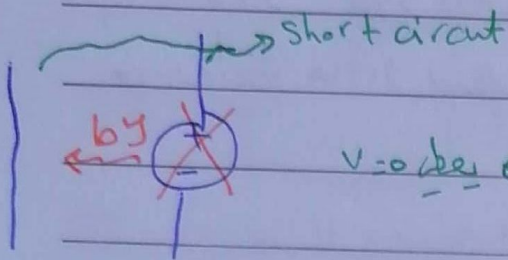
(اجعل الحالة بعد ال sources عنى سورس على ال I)

و سورس و سورس ...

بلى و بلى ال باقى

كيف يمكن ألتغاضي Sources الموجدية !

يعني اظمك قية = 0



* عند ألتغاضي ال V.S بتبدل ب element بية = 0

* بلي C.S عن طريق ال opencircuit

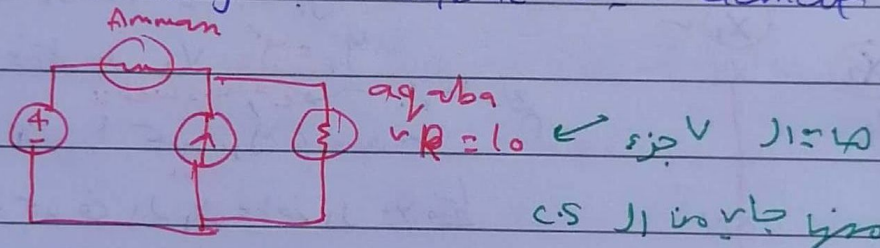
if $V' = -5$

$V'' = +3$

عن بلي ال و بلي ال في كانه بية

$-2 = V$

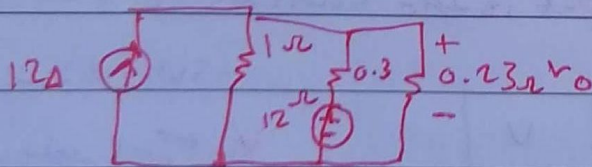
total voltage ال contribute



منها جاي ال C.S

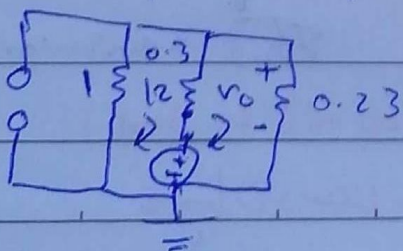
دجز من ال V.S فعلة احبه بية ال position

super position ال contribution ال عرف ال ال position



using super position ال find V_o for what

→ contribute of 12V (or what the value of V_o due to 12V)



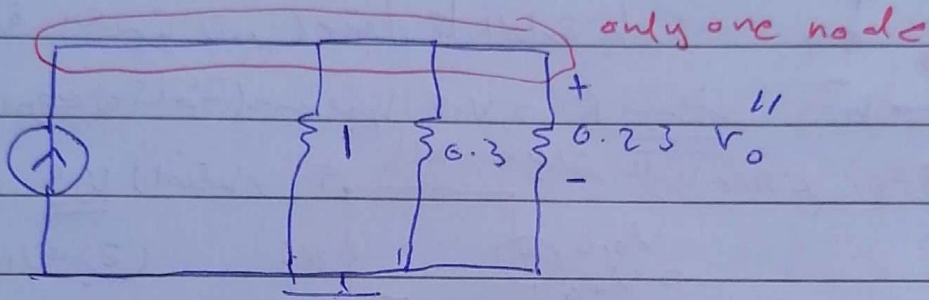
can be solve by mesh or nodal

$V = 1.2$
فوق ال V.S

nodal
by mesh method

$$v_o' \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.23} \right) - 12 \left(\frac{1}{0.3} \right) = 0$$

contribution to C.S



$$v_o'' \left(1 + \frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.23} \right) = 12$$

$$v_o = v_o' + v_o'' \quad (\text{المجموع الكلي})$$

$$v_o = 5.989 \text{ volt}$$



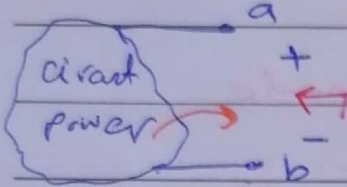
رابع طريقة
من طرف آخر
بالتكامل

④ Thevenin equation circuit seen from a, b

تقريباً هو عالم وضع طريقة لحل مثل هذه الدارة الكبيرة (تقريباً التفتت)

التقريبية تكون إذا أخذت دائرة فيها كثير nodes $> R$ دالة مقدار

داخلية open circuit بين a و b nodes 2 وتقر حصة



الدائرة الكبيرة بقدر (تقدر) استبدل كل الدارة بارة

equivalent (مكافئة) مع فيها $V_{o.c}$ R سيرة

مع $V_{o.c}$ (اختصار) R_{th} ← يطبق عليها صلاصم نسبة التقريب

$V_{o.c} = V_{th}$ (للا دارة الكبيرة)

equivalent (مع مقدار ال)

power أي تقدر طاه الدارة الكبيرة انها تنقل I load على بينا التقريب

طاه I طاه الطريقة تستخدم بالنسبة لتبسيط التحليل (الكهربائية)

بنا نضم شبكة دينا نعرف مقدار ال power التي تقدر نأخذ طاه الدارة شكل كامل

(إذا فيها عدد كبير من ال sources في بقدر باستخدام ال Thevenin (اختصار))

فالسؤال هو كيف نعرف $V_{o.c}$ وكيف نعرف I ؟

طبع كيف نعرف $V_{o.c}$ (V_{th}) دار R_{th} ؟

$$* V_{o.c} = V_{th}$$

لذلك التقريب أي $V_{o.c}$ يتوقف من خلال (Thevenin eq. circuit) seen from a, b

① ستوما كان R يتصلها (omit R) ← وتغير الدارة صفة

مع الفولتية على ما أنا بتغير $V_{o.c}$ بأي طريقة تعالينا (node, mesh...)

$$* R_{th} = R_{equivalent} \text{ seen from a, b}$$

صياغة عند ما فئة المقاومة لا أوقف من النقاط طاه

انف ما تعالينا قبل ب قبل ما كان فيه مورس بين R (لاي تدخل فكتنا اصلها)

وأطلع من ؟

من لازم ازيل ال sources من الدائرة يعني

$V.S \Rightarrow S.C$ (short circuit) } وصلة الدائرة بقدر عبارة عن R

$C.S \Rightarrow O.C$ (open circuit) } ومنقسم بقدر احب ال R_{eq}

وصلة بقدر الدائرة بسيطة (بقدر من انا اقدر اقدر ال I ال R_L في R_L)

$$P = I^2 R_{RL}$$

وبقدر احب ال power في RL

وصلة تم تبديل الدائرة ن ازيل مثلاً كأنه يتلها

Source و R_{th} ال R_{th} و R_L ال R_{th} ال R_L

$$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L}$$

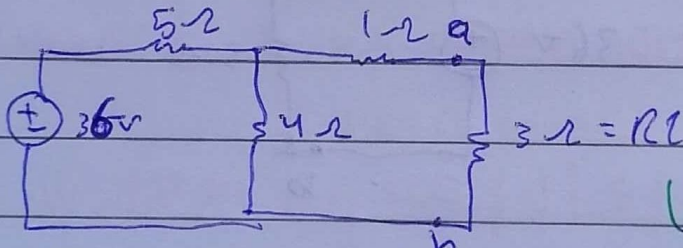
معناه عليها (يعني التوال احب ال R_{th})

8 $eqn R + for this circuit$ R_{th} $V_{o.c}$

10 $P(3.51)$

دائرة فقط

Ex:-



مبدأ يعني التوال (مخرج بار th)

Find the thevenin equivalent circuit seen from a, b

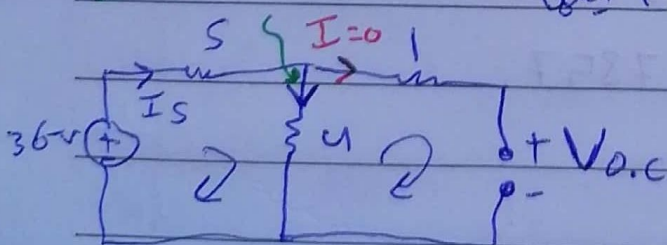
التي هي

8 $eqn R + for this circuit$ R_{th} $V_{o.c}$

we should calculate $V_{o.c}$

$I_S = 0$ (التي هي)

1 $eqn R + for this circuit$ R_{th} $V_{o.c}$



2 $eqn R + for this circuit$ R_{th} $V_{o.c}$

و $V_{o.c}$ ال $V_{o.c}$

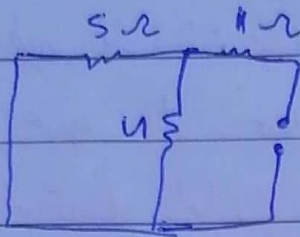
$$KVL \Rightarrow V_{o.c} + V(4\Omega) = 0 \Rightarrow V_{o.c} = 16V$$

$$-36 + 5I_S + 4I_S = 0 \Rightarrow I_S = \frac{36}{9} = 4A$$

The real element is $R + j$ (we should calculate it)

المطلوب $V.S \leftarrow$ sources $R + j$ will kill it

Req (die) 3Ω 0.6 W 100 W



نغير الـ 5Ω إلى $20/9$
فقط R_{eq}

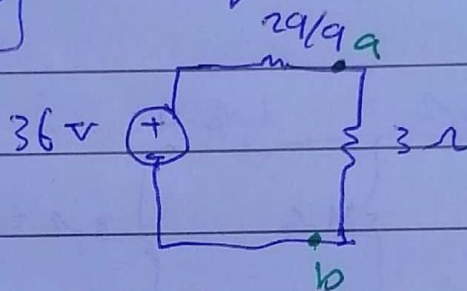
$$5 \parallel 4 \rightarrow \frac{5 \times 4}{5 + 4} = \frac{20}{9}$$

$\frac{20}{9}$ series 1Ω

$$\frac{20}{9} + 1 = \frac{29}{9} = R_{eq}$$

المعادلة $\rightarrow$ the eq. circuit

power 3Ω 100 W
في 3Ω 100 W
(كلية)



المعادلة $\rightarrow$ 100 W

المعادلة $\rightarrow$ 100 W

(b) Power absorbed by $R_1 = 3\Omega$

المعادلة $\rightarrow$ 100 W

$$P = I^2 R = I^2 (3) = 5.7857^2 (3) = 100.42 \text{ watt}$$

$$I = \frac{36}{\left(\frac{29}{9} + 3\right)} = 5.7857$$

eq

المعادلة $\rightarrow$ 100 W

من معادلات (*) :-

$$P_{\max} = \left(\frac{V_{th}}{R_{th} + R_{th}} \right)^2 \times R_{th} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}} \quad R_L = R_{th} \text{ تطبق}$$

$$P_{\max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}} \quad \text{نقطة}$$

القول كان في هو يظن ان $P_{\max}$ في
the equ. circuit

ان V_{th} و R_{th} احدهما

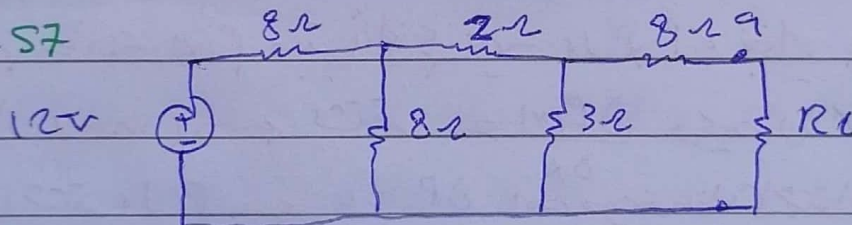
ما هي العلاقة فقط تطبق عند $P_{\max}$ ايها اذا استبدل R_L بغيره

R_{th} في P بالعلامة العكسية $P = I^2 R$ و I و P ...

1) max power transfer : انظر الى

2) if $R_L = \square \rightarrow$ (غير R_{th}) find the power $\rightarrow P = I^2 R$

(12) P3.57



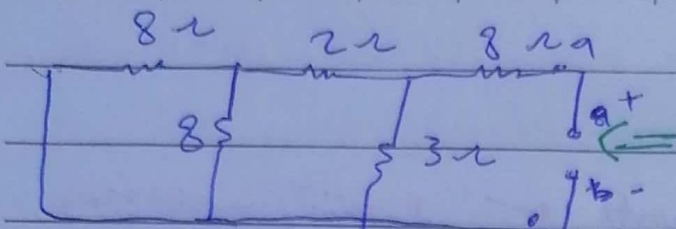
a) Find the R_L that allows max power transfer from the circuit? $(R_L = R_{th}) = 10\Omega$

القول صيغة ثانية احدها R_L
seen from a, b و

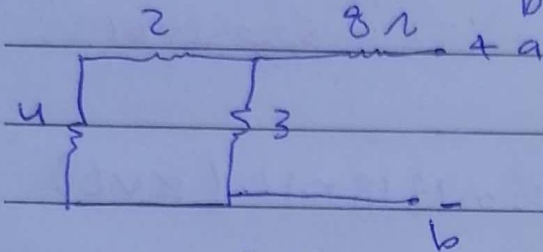
b) Find the max power transferred to R_L ? $R_L = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$

c) Find the voltage V_o if $R_L = 1\Omega$ $\rightarrow$ V_o هو ما في V_o
التيار البقية

كان القول في احدها R_{th} و V_{th}

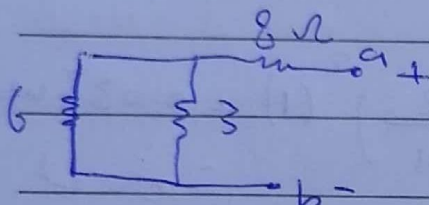


$$\frac{8 \times 8}{16} = 4\Omega$$

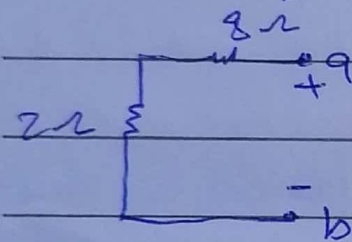


$$4 + 2 = 6\Omega$$

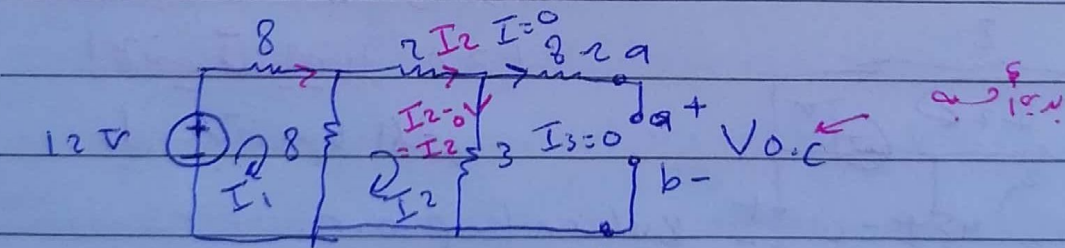
$$\frac{6 \times 3}{9} = 2\Omega$$



$$R_{eq} = 10\Omega$$



(b) $P = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$ (نصف الطاقة القصوى) V_{th} و R_{th} (نصف الطاقة القصوى) V_{th} و R_{th}



$V_{oc} = V_{3\Omega}$ (نصف الطاقة القصوى) $V_{3\Omega}$

I_2 by KVL: $-12 + 8I_1 + 8I_1 = 0 \rightarrow I_1 = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$

or by mesh method: $-12 + 18I_1 - 8I_2 = 0$

$(-8I_1 + 13I_2 = 0) \times 2$

$\Rightarrow -12 + 18I_2 = 0 \rightarrow I_2 = \frac{2}{3} A$

we have other elements exist in the circuit

resistance لا يكون عنده resistance

→ Inductor

→ capacitor

* Inductor → ملف ، والمحلل احبه عدد الا سلاك قادر

انه يولد مجال مغناطيسي

بعضه يكون بالدارة كيف ان تعامل دأحبه voltage وال I عليه وال P

صياك شكل

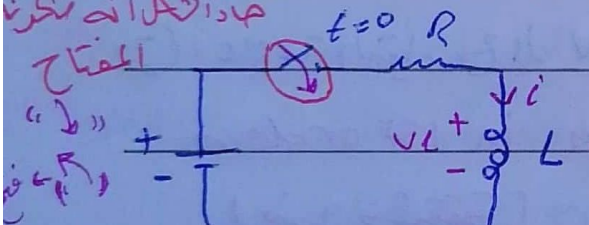
يخبر عنه تقية ال Inductance (L) دد حدة بال (H) henry

ال L اليا علاقة بعدد اللفات ونوي المادة

المغلطة وحسب ال crosssection ال يتلف عليه ال شكل شبه ال R

اذا حطت بدارة كهربائية فيها source وماد الورد كان DC

صدا شكل انه يمكن



يتو به يعب بال مجرد ما مكننا المفتاح ارج

ال R يح يفي فيها resistance لما سكر المفتاح

ال Inductor ما رج يتعرف زيه تصرف ال R (التصرف ال جعل response)

ما تقبل تغير بالدائرة (disturbance) خلا بالدارة اية فحوت ومعدرة المفتاح

وجدنا ان لما سكر المفتاح ال Inductor ما بلع وما حدة

يغير يطلع شوي شوي بعد من بيت

حدا response time for inductor

ما يتغير شكل مغاير

يستقر التيار عند فترة من الزمن 6 1 يتغير شكله نه يسي بعلاقة exp

وتتميز انه متقل ل ال time constant من جهة اليمين خط معة التيار

time t → δ+ δ- time constant: τ

تقبة R و L

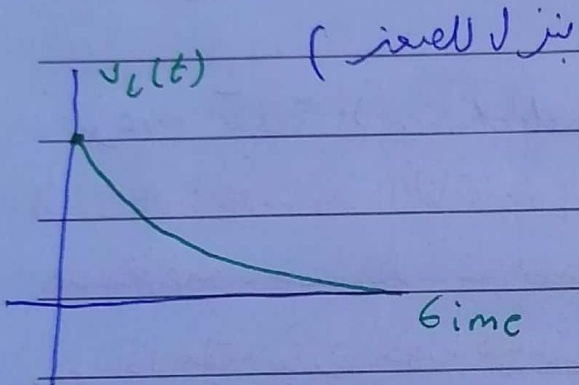
time

(التيار يمر على حثية) :-

وبما أنه يمر الدوائر فيها ال inductor يحتمل أن يكون لها استجابة
 أنه يحتمل أن يكون لها استجابة (استجابة) $\rightarrow$ supply + transient exp (1) $\rightarrow$ ماضي

حالة ثابتة عليها وتغير القيمة ثابتة $\rightarrow$ steady state (2)
 والمبرطة (2) نحتاج أن نعرف قيمة (function) ال (exp) (ال exp)
 السرعة! (مطلوب منا نستغل مبرطة ال (st.st))

(2) ال response for voltage on inductor
 ال voltage على inductor تغير
 نحل مقاومة (الارتفاع مرة وحدة بعد)



ال voltage على ال مقاومة تغير
 ال التيار لا تدريجي

(3) حالة التيار مع ال V
 differential eqn in 1st order
 $V_L = \pm L \frac{di}{dt}$ (حفظ)
 (منها مشتقة)

V_L at st. st = 0

$V_L = 0$ $\rightarrow$ inductor under st. st condition $\rightarrow$ متصلة
 (2) $\rightarrow$ DC circuit $\rightarrow$ استجابة

استبدال ال short circuit $\rightarrow$ وبعد راض به
 ال inductor $\rightarrow$ $L/i = \tau$ (الوقت اللازم لارتفاع التيار)

ل 2.7 (القيمة)
 من مهم هو

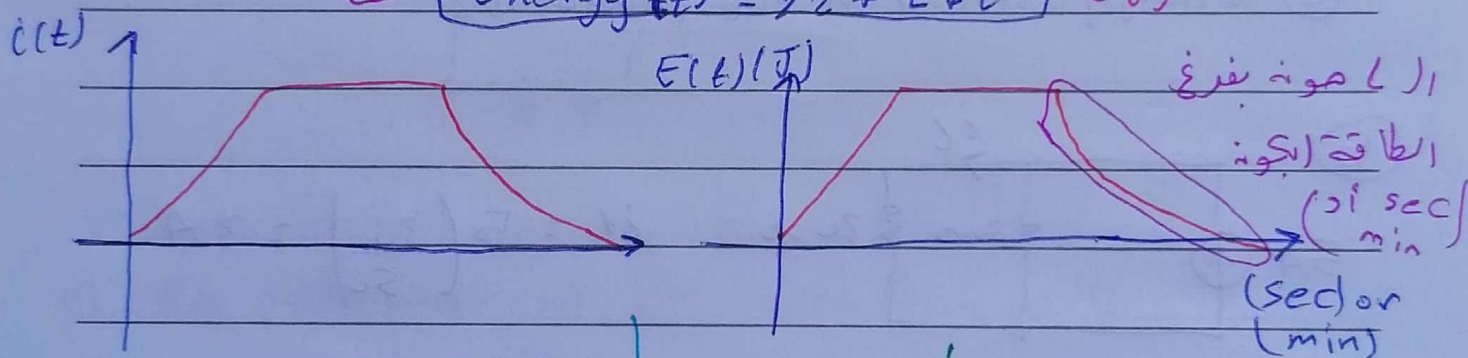
$$* \quad v_L = L \, di/dt$$

* DC + St.st $\rightarrow$ NL = 0 $\rightarrow$ ~~arr~~ $\rightarrow$ (S.C)

(4) من أجل $L \perp R$ نعلم ان R انعمه قدرة على تخزين الطاقة // R كانه
تتولد الطاقة وتنتجها عن شكل سرارة فمما يتغير (منه)

• ΔE قادر على التخزين بسبب وجود المغناطيسية ، (بعد اُصبعا مياه الطاقة
ومياه الـ E تتغير مع الزمن

قوة $\text{Energy (J)} = \frac{1}{2} * L * i^2$ (J)



مع البداية حركة switch التير

↳ new igp $\in$ x1 cuiri

زاد ن تمت لوصوله كدمه و ثبت
و بعد ما ^{تمت} التبار تبصر تنزل شويه

تفريغ الطاقة اي فيها مع نزول التيار
مع صوتة تمكنه الاخلورة انه الطاقة 8

شہری لتو حد لائن

آلف غاي (عقل حرارة) اذا كانت قصتها

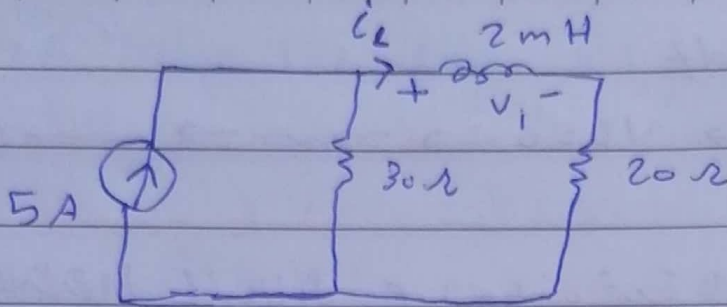
عالية محتملة تحمل حرقه في لاسم يكونه في جهاز كمنته الحرارة (التفريغ صمى ثوانيا)

⑤ لایزال و متناهی (series or //) و اقلیت (equivalent)

$L_1 + L_2$ ser 151 $\left(\frac{A_1 + A_2}{A_1 + A_2} // 151 \right)$ Regu 11 în noii Legu

Ex:  $\rightarrow C_{eq} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$

Ex



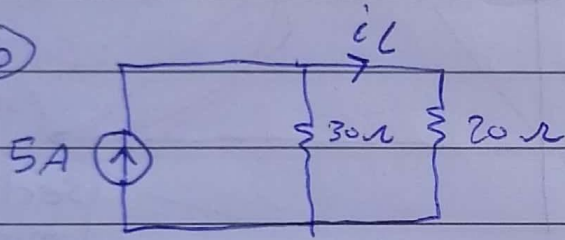
under st. st condition find :-

(a) $V_L ? \rightarrow V_L = 0$

(b) $i_L ?$

(c) Energy stored in the inductor

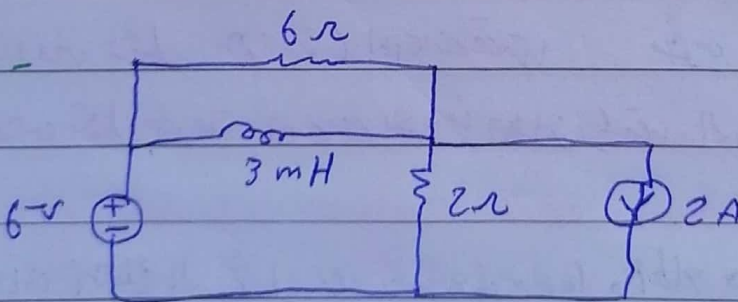
(b)



$$i_L = 5 \left(\frac{30}{50} \right) = 3A$$

(c) $E = \frac{1}{2} (2 \times 10^{-3}) (3)^2 = 9mJ$

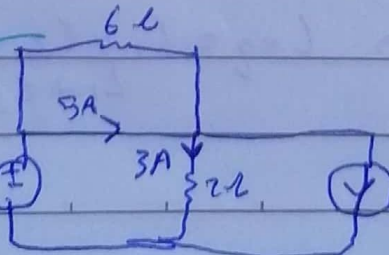
Ex :-



under st. st find :-

→ Energy stored in the inductor ?

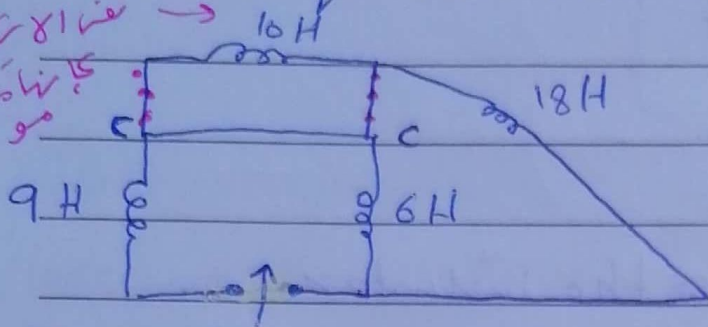
المسألة 2
التيار المار في المقاوم 6 أ
فابعد، أضفها



$$E = \frac{1}{2} (3) (5)^2 = 37.5J$$

* find L_{eq} seen from a, b

نفاذ الحوت
بناصه
موجوده

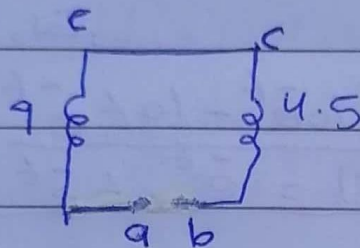


$L_{eq} \rightarrow$

$$\frac{18 \times 6}{24} = 4.5H$$

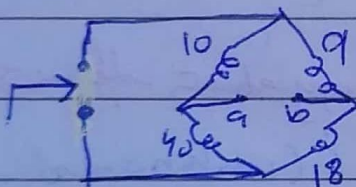
L_{eq}
 $i=0$

$$L_{eq} = 4.5 + 9 = 13.5H$$



we have 3 cases :-

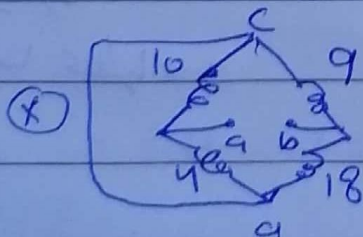
① R_{eq} seen from c, d or seen from v.s



$$(10+4) // (9+18) = (40 // 27)$$

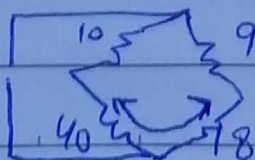
(short circuit)

② case 2:- L_{eq} seen from a, b if c, d are s.c
or R_{th} seen from c, d



$$(10 // 40) + (9 // 18)$$

③ case 3: if c, d is replaced by o.c or final R_{eq} seen from a, b



$$(10+9) // (40+18)$$

$$+ \text{VL} - \quad v_L = L \frac{di}{dt}$$

Ex: $L = 0.1 \text{ H}$

$$i(t) = 10t e^{-t}$$

(a) Find the ^(a) voltage across the inductor

(b) Find energy stored in

سأ شقة المعادلة

$$a) \quad v = L \frac{di}{dt} = 0.1 (10e^{-t} - 10t e^{-t})$$

$$\boxed{v(t) = e^{-t} - t e^{-t}}$$

$$b) \quad E(t) = \frac{1}{2} (0.1) (10t e^{-t})^2 \text{ J}$$

$$\boxed{E(t) = 0.5 t^2 e^{-2t}}$$

0.5 J Energy at 0.5

* If v_L given and required i (unknown)

(initial condition $i(0) = 0$)

Initial condition

$$v_L = L \frac{di}{dt} \rightarrow \int_0^t \frac{1}{L} v dt = \int_0^t di = i(t) - i(0)$$

$$i(t) = i(0) + \int_0^t \frac{1}{L} v_L(t) dt$$

0 = 0

$$a) i(t) = \left(\frac{1}{2} \int_0^t 10(1-t) dt \right) + 2$$

$$= 5 \left(t - \left(\frac{t^2}{2} - 0 \right) \right) + 2$$

$$i(t) = 5t - \frac{5}{2} t^2 + 2$$

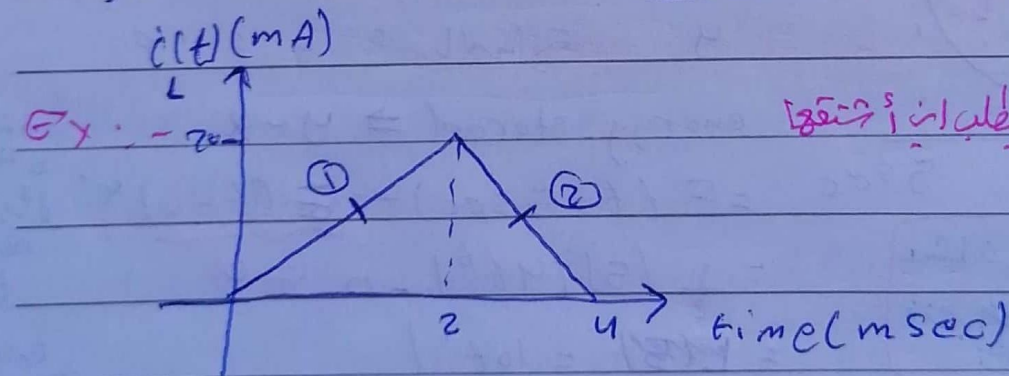
$$i(t=4 \text{ sec}) = 5 \times 4 - \frac{5}{2} \times 16 + 2 = -18 \text{ A}$$

$$b) E_{\text{stored}} = E(4 \text{ sec}) - E(0) \text{ sec}$$

$$E(0) = \frac{1}{2} (2)(2)^2 = \boxed{4 \text{ J}}$$

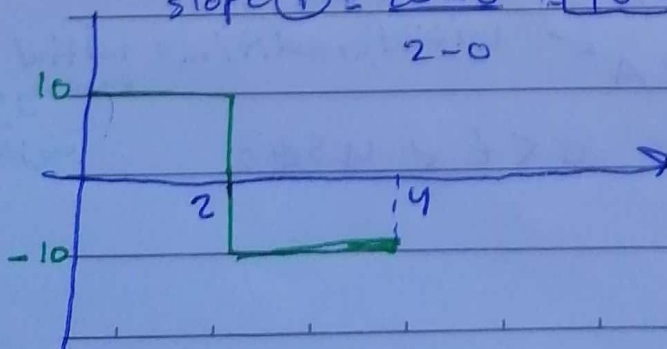
$$E(4 \text{ sec}) = \frac{1}{2} (2)(-18)^2 = \boxed{324 \text{ J}}$$

$$\rightarrow E_{\text{stored}} = 324 - 4 = \boxed{320 \text{ J}}$$



$$L = 10 \text{ mH}, \quad v_L = L \frac{di}{dt}$$

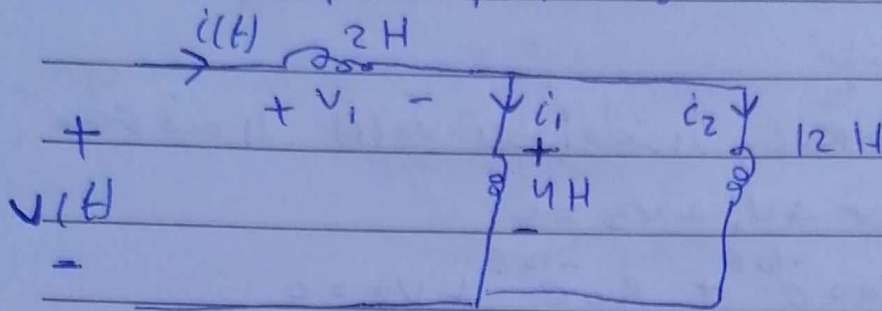
$$\text{slope ①} = \frac{20-0}{2-0} = \boxed{10 \text{ A/s}}, \quad \text{slope ②} = \frac{20-0}{2-4} = \boxed{-10 \text{ A/s}}$$



← not continuous

تغير الـ v فى L / Inductor

Ex from past p-per :-



KVL & KCL apply in all circuits (R & I & L & C & V & I)

$v = L \frac{di}{dt}$ $i = \frac{1}{L} \int v dt$

if $i(t) = 4(2 - e^{-10t})$ mA } given
 $i_2(0) = -1$ mA

find :-

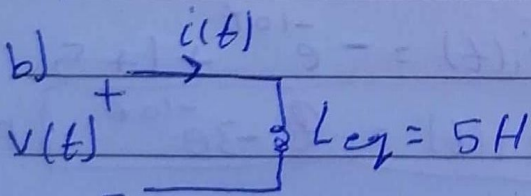
a) $i(0)$?

b) $v(t)$?

c) $v_1(t), v_2(t)$?

d) $i_1(t), i_2(t)$?

a) at $t=0 \rightarrow i(0) = 4(2 - e^0) = 4$ mA ✓

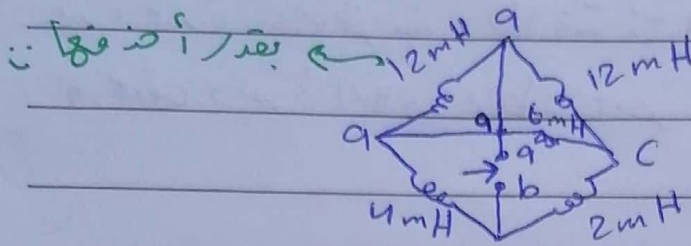


$L_{eq} = \frac{12 \times 4}{16} + 2 = 5H$

$v_L(t) = L \frac{di}{dt} = 5(40 e^{-10t})$ mV

$v_L(t) = 200 e^{-10t}$ mV

Ex : (from past paper)



find $L_{\text{equivalent}}$ seen from a, b ?

nodes 1 & 2, 3 & 4

$$(12 // 6) (a, c) \Rightarrow \frac{12 \times 6}{18} = 4 \text{ mH}$$

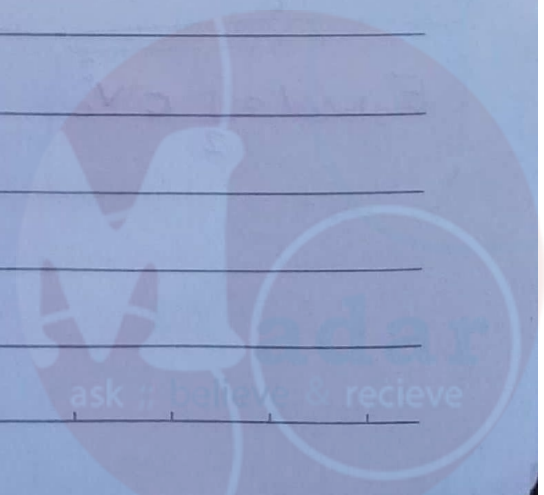
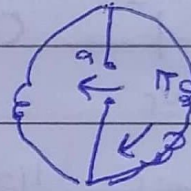
$2 \text{ mH} (a, b)$
 $4 \text{ mH} (a, b)$

} series

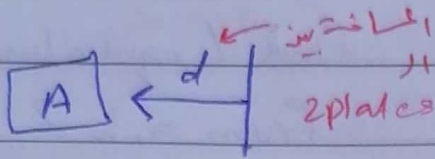
$$4 + 2 = 6 \text{ mH} (a, b)$$

$$(6 \text{ mH} // 4 \text{ mH}) (a, b)$$

$$\frac{6 \times 4}{10} = 2.4 \text{ mH}$$



علاقة بين 2 plates بينهم مادة (dielectric) capacitor
 عند قدرة على تخزين الطاقة (Inductor) (energy stored)
 و يمكن دمج الطاقة معاً في عنصر واحد



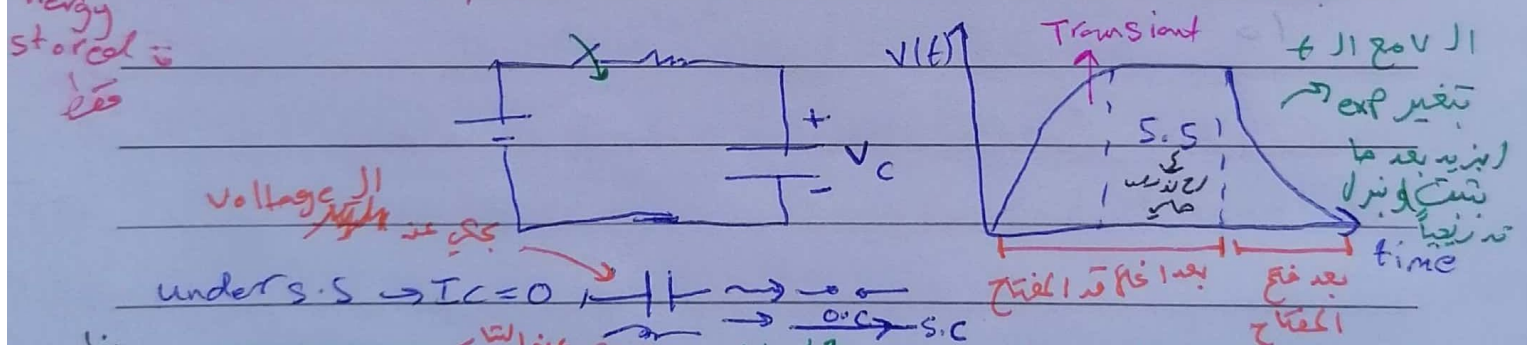
مجموع area بين الـ 2 plates

يكون الـ capacitance $C = \frac{\epsilon A}{d}$ (2 plates) ←
 ← capacitance و هو قدرة التوابع
 ← على تخزين الطاقة الكهربائية

كل ما زدت الـ area كلما زادت (و هي قدرتها على تكوين فولتية على أطراف التوابع)

قيمة الـ capacitance أعلى
 ← $I_c = C \frac{dv}{dt}$ (بالفاراد) وهو
 قيمة عالية ف غالباً يكون بالمليسيك (10⁻⁶) دال (10⁻³) mili
 ← I_c بالـ (10⁻³) mili

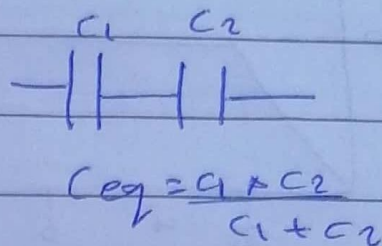
نحسب مقدار الـ element داخل الدارة الكهربائية ونحسب قيمة الـ I و V و E (energy stored)



$$V_c = \frac{1}{C} \int I_c dt + V_c(0)$$

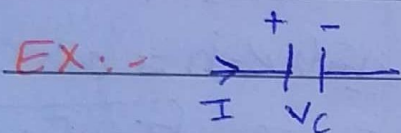
$$E_{\text{stored}} = \frac{1}{2} C V_c^2$$

سے (1) میں R والے



8 kcal/kg/day

أفضل ان تكون ال C كبيرة
كلما زادت ال C يصير المقاومة للتآكل
أقل ، فاما أفضل تكون $\parallel$ parallel



$$C = 5 \text{ MF}$$

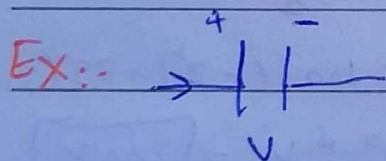
$$V(t) = 10 \cos(6000t)$$

Final $I(t)$?

نسبة في ٧٤ -

ج نیتا استا

$$I(t) = 5 \frac{dv}{dt} = -5 \times 10 \times 6000 \sin(6000t)$$



$$I(t) = 50 \sin(120\pi t), V_C(0) = 0 \quad C = 100 \mu F$$

Final (i) : $V_C (t = 1 \text{ m sec})$

(2) V_C ($t = 50 \text{ msec}$)

(2) $V_C(t=50 \text{ msec})$

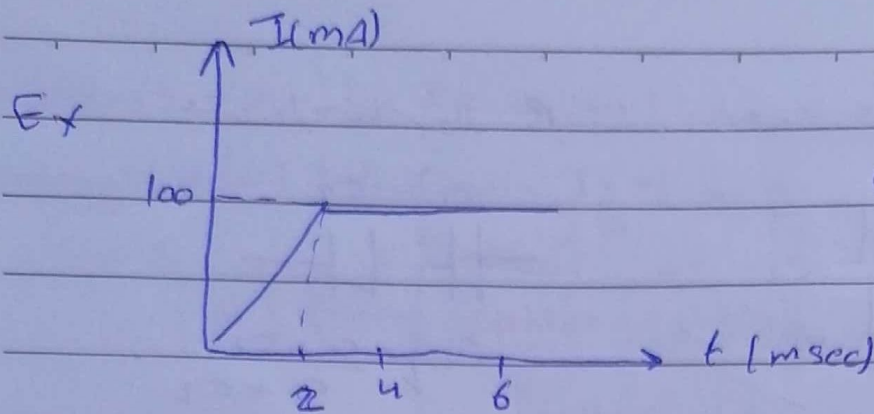
$$\rightarrow V_C = \frac{1}{C} \int_0^t 50 \sin(120\pi t) dt + 0 = \frac{1}{100 \times 10^{-6}} \left[\frac{50}{120\pi} \cos(120\pi t) \right]_0^t$$

(Rad) $\rightarrow$ (Rad) $\rightarrow$ Rad

$$= \frac{1}{100 \times 10^{-6}} \times \frac{50}{120\pi} (\cos(120\pi t) - 1)$$

[1] $V(1) =$

[2] $V(50) =$



$$C = 1 \text{ MF}$$

find: $\square V_C(t = 2 \text{ msec})$ ← دالة تغير الجهد voltage مع الزمن

$\square V_C(t = 5 \text{ msec})$ زمن التغير

$V_C(0) = 0 \rightarrow$ initially uncharged (energy = 0) $\left(\frac{1}{2} CV^2 = 0 \right)$ طاقة مخزنة

$$y = Ax + B \rightarrow 7 = 0$$

لا مخزن لازم يعطى V_C

0 $\rightarrow$ 2

2 $\rightarrow$ 6

2 fun
ي لازم
يعطى
2

العلاقة بين V_C و t : التغير

$$\text{slope} = \frac{100 - 0}{2 - 0} = 50 = A, \quad \boxed{I_C = 50t}$$

$$I_C = 100 \text{ mA}$$

$$0 \rightarrow 2 \quad V_C = \frac{1}{C} \int_0^t 50t \, dt + 0 = \frac{50}{2} t^2 \quad \Rightarrow \boxed{V_C = 100t}$$

$$2 \rightarrow 6 \quad V_C = \frac{1}{C} \int_2^t 100 \, dt + V_C(2) = 100(t - 2) + 25(2)^2$$

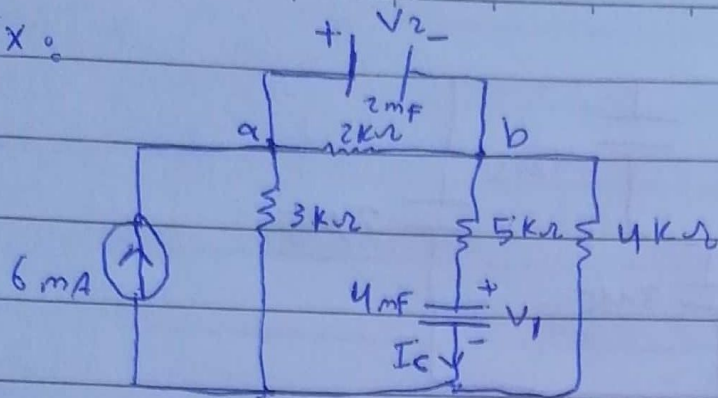
$$V_C = 100t \quad \Rightarrow \quad \boxed{200 \text{ V}}$$

$$2 \rightarrow 6 \quad V_C(t) = 100(t - 0.1)$$

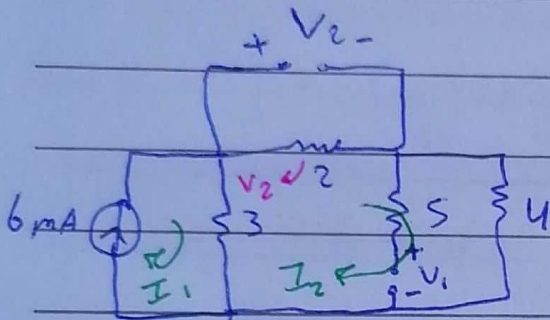
$$= 100(5) - 0.1 = 0.4 \text{ V}$$

(initial condition 0) slope 1 $\rightarrow$ دالة تغير الجهد مع الزمن

Ex:



اكتشف فرق بين

Find E_C under S.S condition or (under S.S find I_C) ✓8 find V_C then energy

$$I_1 = 6 \text{ mA}$$

$$-I_1(3 \times 10^3) + I_2(9 \times 10^3) = 0$$

$$-18 + 9 \times 10 + I_2 = 0$$

$$I_2 = \text{mA}$$

with V_1 1) V_1 2) V_2 3) V_3 4) V_4 5) V_5 6) V_6 7) V_7 8) V_8 9) V_9 10) V_{10} 11) V_{11} 12) V_{12} 13) V_{13} 14) V_{14} 15) V_{15} 16) V_{16} 17) V_{17} 18) V_{18} 19) V_{19} 20) V_{20} 21) V_{21} 22) V_{22} 23) V_{23} 24) V_{24} 25) V_{25} 26) V_{26} 27) V_{27} 28) V_{28} 29) V_{29} 30) V_{30} 31) V_{31} 32) V_{32} 33) V_{33} 34) V_{34} 35) V_{35} 36) V_{36} 37) V_{37} 38) V_{38} 39) V_{39} 40) V_{40} 41) V_{41} 42) V_{42} 43) V_{43} 44) V_{44} 45) V_{45} 46) V_{46} 47) V_{47} 48) V_{48} 49) V_{49} 50) V_{50} 51) V_{51} 52) V_{52} 53) V_{53} 54) V_{54} 55) V_{55} 56) V_{56} 57) V_{57} 58) V_{58} 59) V_{59} 60) V_{60} 61) V_{61} 62) V_{62} 63) V_{63} 64) V_{64} 65) V_{65} 66) V_{66} 67) V_{67} 68) V_{68} 69) V_{69} 70) V_{70} 71) V_{71} 72) V_{72} 73) V_{73} 74) V_{74} 75) V_{75} 76) V_{76} 77) V_{77} 78) V_{78} 79) V_{79} 80) V_{80} 81) V_{81} 82) V_{82} 83) V_{83} 84) V_{84} 85) V_{85} 86) V_{86} 87) V_{87} 88) V_{88} 89) V_{89} 90) V_{90} 91) V_{91} 92) V_{92} 93) V_{93} 94) V_{94} 95) V_{95} 96) V_{96} 97) V_{97} 98) V_{98} 99) V_{99} 100) V_{100}

$$V(1 \text{ k}\Omega) = IR = 2 \times 4 = 8 \text{ V} = V_1$$

$$V(2 \text{ k}\Omega) = 2 \times 2 = 4 \text{ V} = V_2$$

$$E(2 \text{ mF}) = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times 4^2 = 0.16$$

$$E(4 \text{ mF}) = \frac{1}{2} \times (4)(10^{-3}) \times 8^2$$

by nodal:

$$\left(\frac{1}{2\text{k}} + \frac{1}{3\text{k}}\right)V_a - v_b \left(\frac{1}{2\text{k}}\right) = 6 \text{ mA}$$

$$5V_a - 3V_b = 36 \text{ --- (1)}$$

$$-V_a \left(\frac{1}{2\text{k}}\right) + V_b \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4}\right) - V_c \left(\frac{1}{5}\right) = 0$$

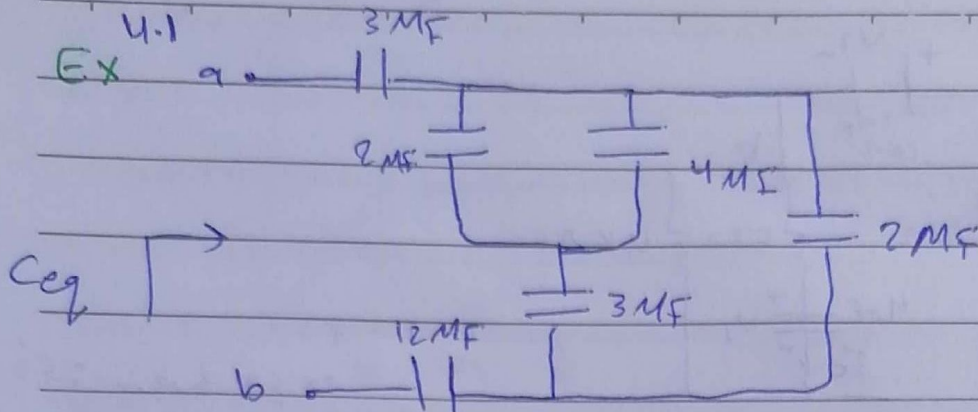
$$-V_a(10) + V_b(19) - 4V_c = 0 \text{ --- (2)}$$

$$V_c \left(\frac{1}{5}\right) - V_b \left(\frac{1}{5}\right) = 0 \rightarrow V_c = V_b$$

$$V_a = 12 \text{ V} \quad V_b = 8 \text{ V} = V_c = V_1 \quad V_2 = V_a - V_b = 4 \text{ V}$$

$$E = \frac{1}{2} (2)(4) =$$

$$E_{4\text{mF}} = \frac{1}{2} (4)(8)^2 =$$



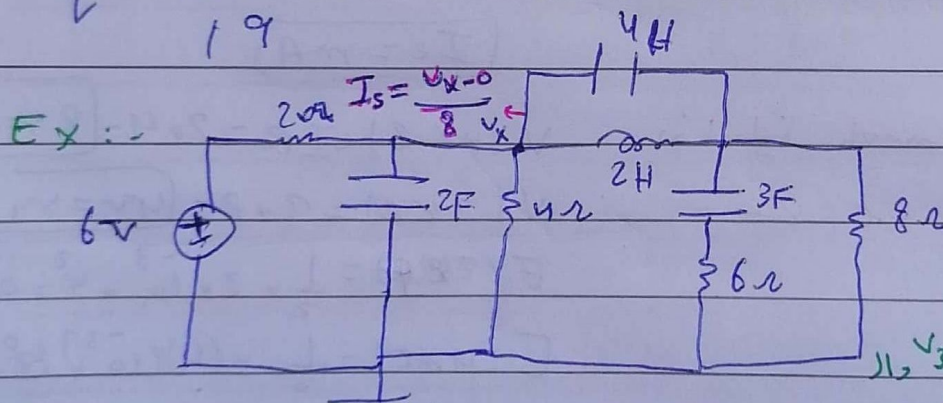
find C_{eq} seen from a,b?

$$2 \parallel 4 = 2 + 4 = 6 \parallel 3 = \frac{6 \times 3}{9} = 2 MF$$

$$2 \parallel 2 = 2 + 2 = 4 MF$$

4, 3, 12 in series :-

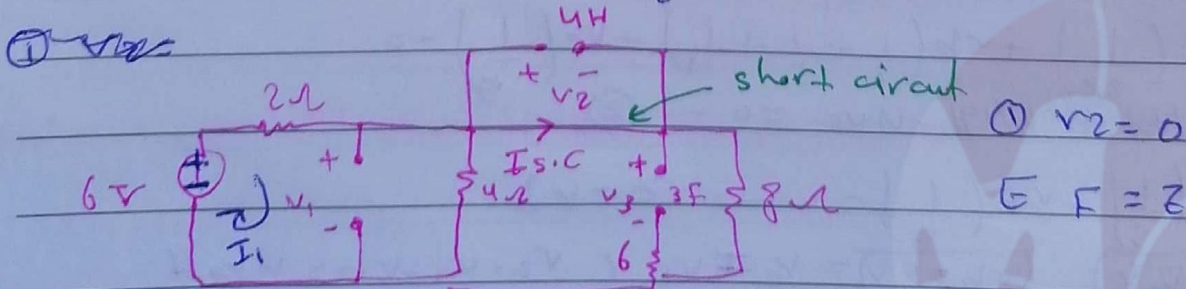
$$C_{eq} = \frac{4 \times 3 \times 12}{19} = 7.57 MF$$



find energy stored in capacitor/inductor under s.s condition

$$L \rightarrow s.s \rightarrow i_{s.c} = \frac{1}{2} L i^2$$

$$C \rightarrow o.c \rightarrow V_{o.c} \rightarrow E_c = \frac{1}{2} C V_{o.c}^2$$



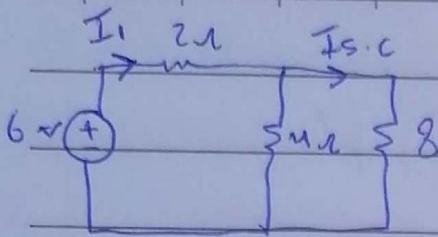
$$\textcircled{1} V_2 = 0$$

$$E_F = \text{zero}$$

Subject _____

Day _____

Date _____



$$\frac{8 \times 4}{12} = \frac{8}{3}$$

$$I_1 = \frac{6}{2 + \frac{8}{3}} = \frac{18}{14} \text{ A}$$

$$I_{s.c} = \frac{18}{14} \left(\frac{4}{12} \right) = \frac{3}{7}$$

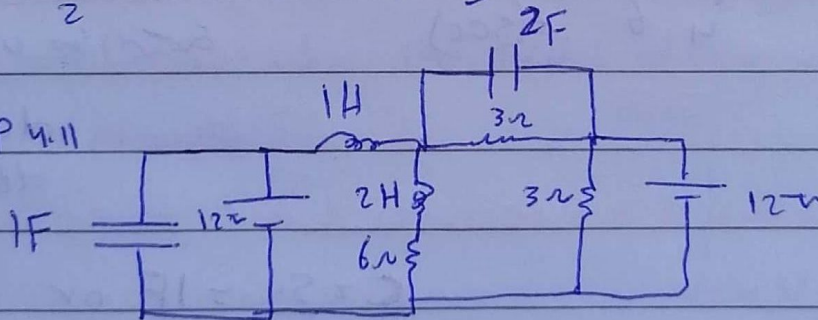
$$E_{2H} = \frac{1}{2} \times 2 \left(\frac{3}{7} \right)^2 = \frac{9}{49} \text{ J}$$

$$\text{KVL: } -6 + 2 \left(\frac{18}{14} \right) + V_1 = 0 \rightarrow V_1 = 6 - \frac{36}{14}$$

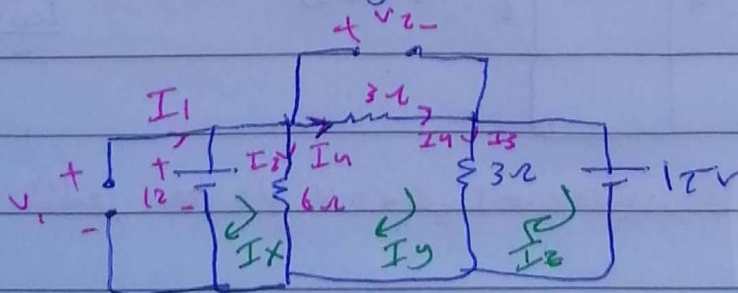
$$V_3 = \frac{3}{7} (8) = 3.43 \text{ V}$$

$$E_{3F} = \frac{1}{2} (3) (3.43)^2 = 17.65 \text{ J}$$

Ex P 4.11



Find energy stored in every point under S.S. by ohm's law:



$$V_1 = 12 \text{ volt}$$

$$I_2 = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{12}{3} = 4 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 + I_4$$

$$I_4 = 0$$

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad V_2 = 0$$

$$-12 + I_4(3) + 12 = 0$$

or by mesh method

$$6I_x - 12 - 6I_y = 0$$

$$12I_y - 6I_x - 3I_z = 0$$

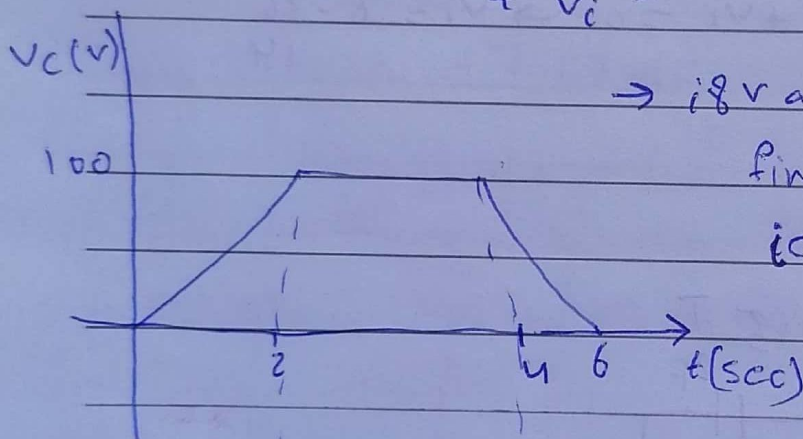
$$3I_z - 3I_y + 12 = 0$$

$$\boxed{I_x = 2} = I_1$$

$$I_y = 0 \rightarrow I_e = I_x - I_y$$

$$I_z = -4 \rightarrow V_z = 3I_y$$

Ex (past paper) i_c voltage) v_c capacitor v_c



$\rightarrow$ 18 V as shown in the figure

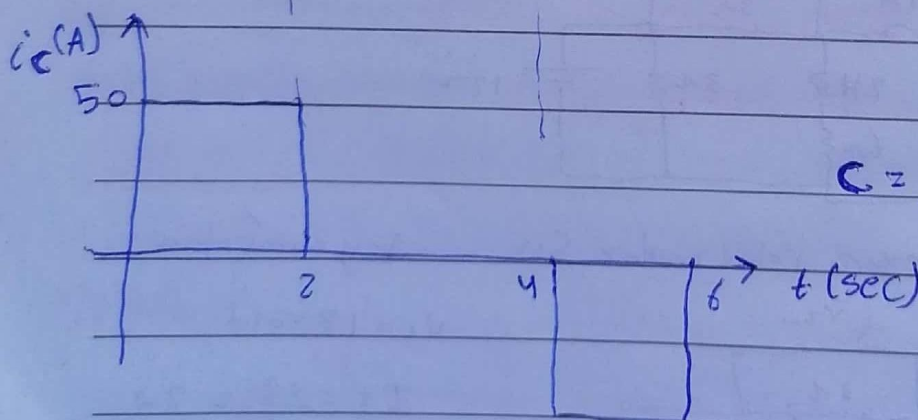
find the capacitance?

$$i_c = C \frac{dv}{dt}$$

$$\boxed{i_c = C \frac{dv}{dt}}$$

في 18
أحد
فترة
التي

المساحة of



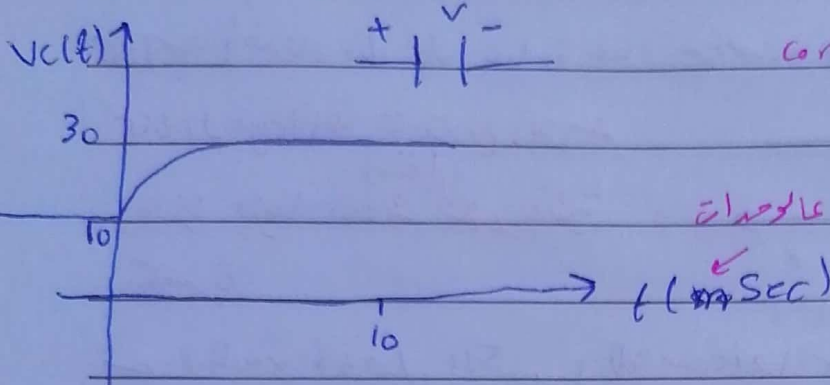
$$\frac{dv}{dt} = \frac{100-0}{2} = 50$$

$$C = \frac{50}{50} = 1F \text{ or}$$

$$C = -\frac{50}{\frac{100-0}{-2}} = 1F \checkmark$$

المساحة (أو العكس) هو أن أعطى الـ 50 A
وطلب الـ C

Ex (past paper)



نتیجہ عالمیہ کن ←

نتیجہ عالمیہ

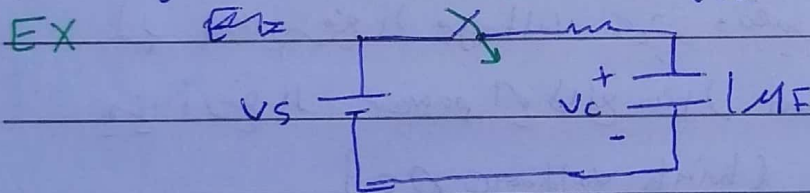
a) find the energy stored at $t=0$ or initial energy?

$$\rightarrow E = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} C (10)^2 = 50 \text{ J}$$

at st. st

b) find the final energy stored?

$$E = \frac{1}{2} C (30)^2$$



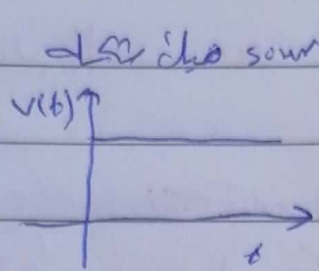
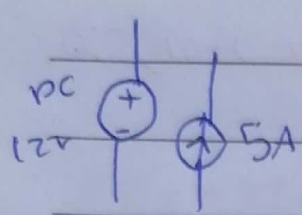
find V_s if we close the switch at $t=0$ and the graph in the previous example

بناوے
st. st. دے گا ال $V = 30$ ← st. st. ← ال $I = 0$ ←
0.c

وتبیر ال $V_s = V_c = 30V$

or by KVL: $-V_s + I(0) + V_c = 0 \rightarrow V_c = V_s \rightarrow$ from graph V

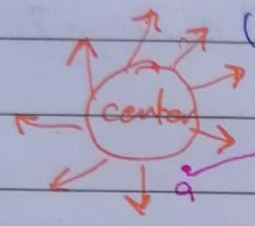
A.C ☺



كلما أخذناه قبل كان عبارة عن source
كان ال voltage ثابت مع الزمن
(مستقر)
وهذا يعني دوائر كهربائية
كبيرة

نقل

إشارة أو حمل الكهرباء للناقلاتها في لازم نقل
من مكان التوليد لل customer (منازل أو مصنع)



(H.V.D.C)
b

من نقطة أو قريبة من المولد (النقطة a بعيدة)
وعند أن نقلها لازم الطاقة تكون كبيرة

وخرج تغير بحجم ال losses على جداً

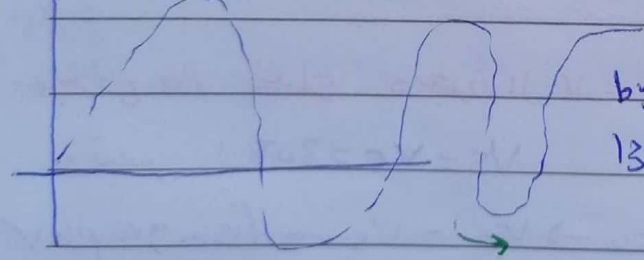
طريقة عندنا ننزل الخسارة للطاقة الكهربائية عندنا أقل losses

لأننا برفع ال voltage كثير وتغير ال losses أقل

cross sectional area of wire

generation power ال طالع من ال generation
(high voltage DC)

high voltage
H.V
132000V



by transformer

220V

132 KV → 33 KV → 110 KV → 220V

يتكون عال من دوائر بعد ما يرجع

المصدر في ما يغير فيه شكل ال sys

إحتمالية الخط تكون عند الرفع عالية في حالة الأمن

من مصادرها أو اختيار أي أين أعين ال generation قبل ما يغير أين أريد الفولتية لرفع

كثير كبير بتغير ال generation متغير (متذبذب) مع الزمن (متذبذب)

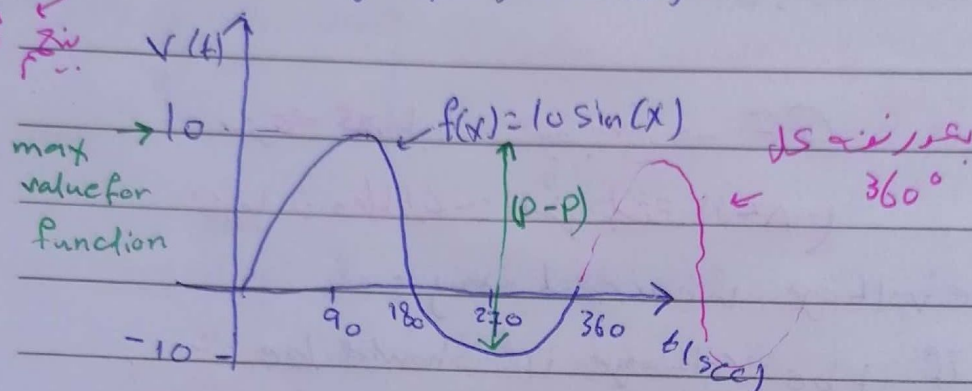
(الهدف في انه نقل ال power)

مبدأ نقل الطاقة بفولتية عالية وطاقة كبيرة و losses أقل

* Sinusoidal wave form

sin or cos

$$y = f(x) = \sin(x)$$



y-axis على المحاور قيم يتغير ما بين الـ y-axis

① الـ V القيمة على المحاور يتغير ما بين الـ y-axis (max-value)

peak value) $\rightarrow$ x والمحاور ما بين الـ x

② فارقية بتفرقها الـ y-axis (Peak-Peak) value

max value - min value

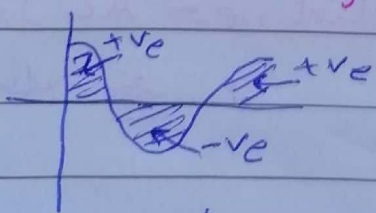
In this example: $p-p = 10 - (-10) = 20$

① و ② بتفرق جميعها دورة

(أي avg عبارة عن مجموع قيم دورة)

③ avg value of $f(x)$ (إذا كان الـ $f(x)$ دورياً) (المتوسط الحسابي)

Periodic: Period $\rightarrow f_{avg} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x) dx$ In sin wave $\rightarrow \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 10 \sin(x) dx = 0$



full period $\rightarrow$ دورة كاملة

(sin wave دورة كاملة = 0)

(avg value $\rightarrow$ متوسط)

magnitude = distance from avg value - peak value (4)

(magnitude) موجة (1) peak (1) avg=0 (1) 1

sin
= cos

أحياناً يكون (1) sin كما كان موجة (1) ربع دائرة (1) ربع دائرة (1) ربع دائرة

$$f(x) = 10 + 5 \sin(x)$$

→ DC value

find: 1) peak value

2) peak - peak

3) avg value

4) magnitude

5) plot $f(x)$

1) max value → when $\sin(x)=1$ $f(x) = 10 + 5(1) = 15$

2) p-p → distance from min → max; when $\sin(x) = -1$ $f(x) = 10 - 5 = 5$

$$= 15 - 5 = 10 \rightarrow \text{double}$$

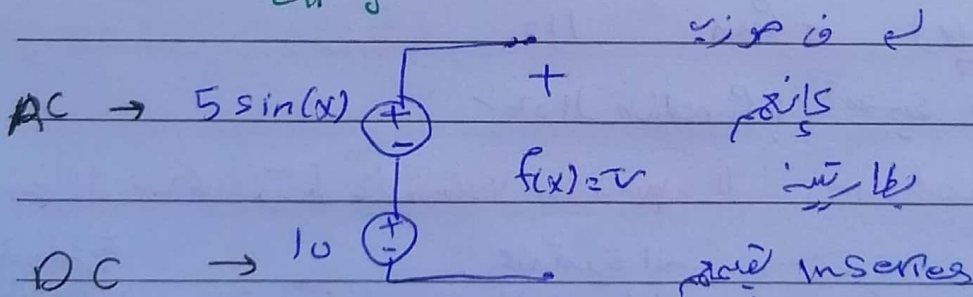
magnitude

$$15$$

$$\text{when } \sin(x) = -1 \rightarrow 10 - 5 = 5$$

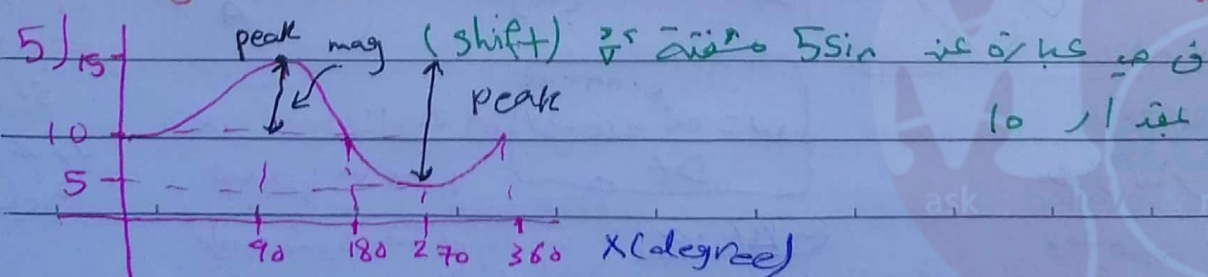
3) If signal is easy but there is $\rightarrow$

$$\text{avg} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (10 + 5 \sin(x)) dx = 10 = \text{D.C value}$$



الموجة وحدة DC وحدة AC مضافة

4) mag = avg - p = 10 - 15 = 5 (sin (1) 1)



* If we have the graph we can obtain from it directly :-

(1) Avg $\rightarrow$ avg

(2) magnitude & p-p

المقدار $\rightarrow$ magnitude $\rightarrow$ mag

$f(x) = \text{Avg} + \text{mag} \sin(x) \rightarrow \text{mag}$ $\rightarrow$ mag $\rightarrow$ mag

$y = a + b \sin(x)$
 $\swarrow \quad \searrow$
 $\text{avg} \quad \text{mag}$

We can obtain avg when $x = 0$ or $180 \rightarrow \sin(0)$ or $\sin(180) = 0$

$y = a \checkmark \quad (\text{avg} = a)$

magnitude = peak - avg = $15 - 10 = 5$

$y = a + b \sin(x - x_0)$ $\rightarrow$ sin $\rightarrow$ sin $\rightarrow$ sin

(peak - avg) (mag) (p-p) (4) $\rightarrow$ mag $\rightarrow$ mag

A.C $\rightarrow$ vary with time $\rightarrow$ var $\rightarrow$ var

$\sin(x)$ = fun $\rightarrow$ fun $\rightarrow$ fun

function $\rightarrow$ fun $\rightarrow$ fun

angular velocity $\rightarrow$ angular velocity $\rightarrow$ angular velocity

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

angular speed $\rightarrow$ angular speed $\rightarrow$ angular speed

speed $\rightarrow$ speed $\rightarrow$ speed

(rad/sec) $\rightarrow$ rad/sec $\rightarrow$ rad/sec

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

rod $\rightarrow$ rod $\rightarrow$ rod

α : not const

phase & mag of phaser

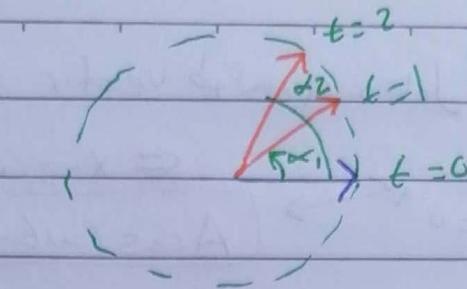
(angle)

الزاوية = إحصائية في فورييه

تكون 0 (علاقة العكس)

مقدار x في

$\cos$
T-domain



في الزمان
phasor domain

تكون بسرعة ω

الزمن مرتبط بالسرعة والزاوية α

صيغة $\sin$ و $\cos$ والزاوية

رجل مثل صيغة الزمان α يمينية $\leftarrow$ لوسية

لوربعت في $\cos$ على x و $\sin$ على y و α لوقت

$$\left. \begin{aligned} x &\rightarrow A \cos \alpha \\ y &\rightarrow A \sin \alpha \end{aligned} \right\} \text{for } A_1$$

2 Domain

$$\left. \begin{aligned} x_2 &\rightarrow A \cos x_2 \\ y &\rightarrow A \sin (x_2) \end{aligned} \right\} \text{for } A_2$$

1- phasor domain
2- time domain

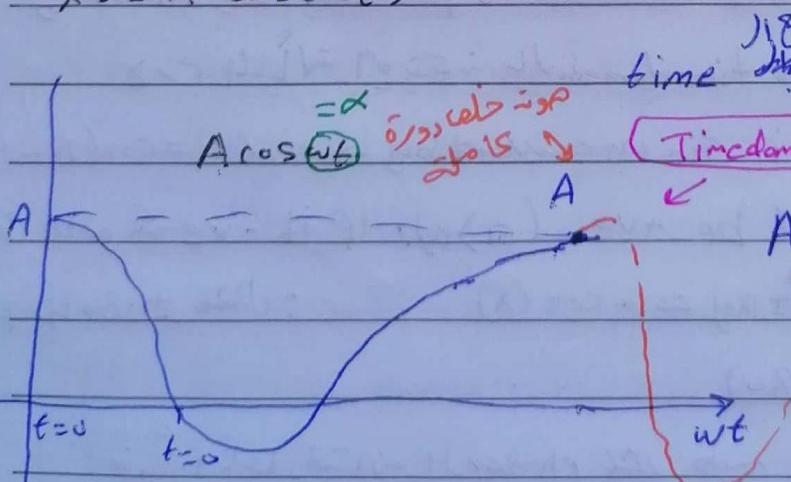
بعد ما نكسب العلاقة x axis و y axis

$\alpha = \omega t$ نعوضها في العلاقة

$$x_1 = A \cos(\omega t)$$

تطلع

$$x_2 = A \cos(\omega t)$$



time

Time domain

$A = \text{fun}$

$$A \cos \omega t = \text{fun}$$

(في الزمان)

في x -axis

ω : angular speed

في x -axis

في y -axis

vector v is in a and a is perpendicular to α , then v is in α .

(phaser domain)

$$At = 0^+$$

↳ x-axis is the variable

$$A \cos(\omega t + \alpha_0)$$

في جدار الحصول (Transfer)

0 is the x-axis / 1 is the y-axis

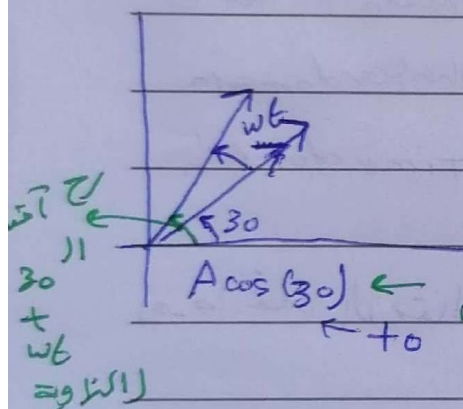
25.4.10

2018-19: 40

for example: 5×30 convert to ^{time} domain

$$5 \angle 30^\circ \rightarrow 5 \cos(\omega t + 30^\circ)$$

phasor $\rightarrow$ time domain



صادر الطول

phaser

time domain

إذا أعطاني إياها بوعون
إذا لا يخليها صبر

$$5 \angle 30^\circ \longleftrightarrow 5 \cos(\omega t + 30^\circ)$$

(2015)

→ احضار هذه الدارات الى قاعه من $\cos$ و $\sin$ و ϕ

$\cos \rightarrow$ phasor

→ To transfer from time domain to phasor we should ^{cos → phasor} multiply by $\frac{1}{\sqrt{2}}$

① $\cos$ کا وقت domain میں لے کر آئے گا۔

$(a \cos(\omega t + \theta))$ If it sin we convert by $\rightarrow \sin(x) = \cos(x - 90)$

(2) magnitude should be +ve ($a > 0$), if it -ve $\rightarrow$ all u_i are

في وحدة عادية $\cos(x \pm 180) = -\cos(x)$

$$\therefore \angle A_2 \neq 180^\circ \text{ viz } \angle 5$$
$$a > 0 \quad (\pm 180)$$

→ $9\angle 0^\circ \rightarrow$ one phaser 1 voltage

سورة مائدة عقارب الساعة

→ Time domain

③ $\frac{1}{2} \text{ mag } \frac{1}{2} A \cos(\omega t + \theta)$ $\rightarrow K_2$

→ ω : angular speed or angular frequency (rad/sec)

→ θ : phase shift (rad or degree) → الزمان أو التغير

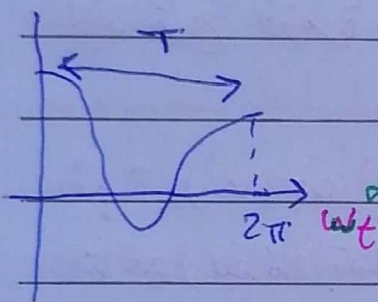
→ A: magnitude radians μ

* period of $\cos = 2\pi$ (2π is $\sqrt{2}$ دور) (360°)

لنغير عند 2π بالزمن T يعطى $T(\text{sec})$: الفترة اللازمة للحظة واحدة (واحدة)

$$2\pi \quad = \quad = \quad =$$

حیاتیات کی روشنی میں



$$T \sim 2\pi = \omega t$$

صالحه علیہ السلام - الزادۃ

$$2\pi = \omega T$$

T capital
shirk w/
20 LS 0/00

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

ما دكله تعريفات حال 4-axis

* Definition on the X-axis :-

→ period $\Rightarrow T(\text{sec}) = \frac{2\pi}{\omega}$

Angular frequency ω (Hz = 1/sec)

→ frequency (f): # of period that end by function through

one second, In Jordan $f = 50 \rightarrow$ [50 seconds] one

رحنه با f با T با w

$T_{\text{rf}} = 1$ (one period in one second)

of P $\rightarrow$ one sec

$$\boxed{T = \frac{1}{f}} = \boxed{f = \frac{1}{T}} \quad , \quad \frac{1}{T} = \frac{1}{\underline{2\pi}}$$

$\leftarrow I_p \rightarrow T_{sec}$

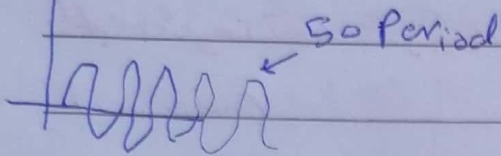
$$= \frac{w}{2\pi} \cdot \frac{P}{f}$$

→ $\omega = 2\pi f$ ← receive
In Jaralanf = 50 Hz $\rightarrow$ bis

In world there is 2 Sys of Hz $\rightarrow$ (60/50) Hz

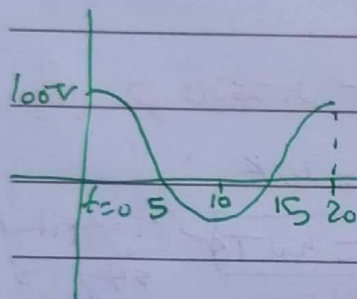
طب لست تم اختيار ال 60/50 لتقل الكهرباء !!

السبب جاي من التجربة (عند الدوران بالايه الواحدة)



$$T = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ sec} = 20 \text{ msec and one period}$$

$\rightarrow$ In one period



عالم $t=0$ كانت القيمة لل voltage $V = 100$

بعد ربع دورة (دورة كاملة 20 msec $\leftarrow$ ربعها 5 msec)

ربعها (5 msec) تغير

قيمة ال $V = 0$ (تطفئ اللمبة) بعد ما بنزيد الاشارة

تا عها بعد ما بتناقص ... ومعنا ميزه المرحه بالكهرباء اسمه flicker

الكماله استوف الكهرباء بتفوي وتطفئ في ابدا ما بتتوقف لانه ال f سرعة

وجدوا ان ال 50 Hz احسن f بتناسق العين (كل ما زدت ال f جدا)

كل ما كان افضل من ناحية ال flicker لكنه مكلف (high cost)

في ال 50 Hz هو ال optimum

by converter (50/60) Hz

اذا ارفعته ل 100

$$f \sim \omega = 2\pi f \quad (بتناقصه عاليه لتتويج ال f العاليه)$$

* Any polar form $(A \angle \theta) \uparrow \omega$ تحرك شكل او ميجا ω
 على عقارب الساعة وبسرعة ثابتة بقدر ω الى $(A \cos(\omega t + \theta))$ time domain

بالدائره تحول ال time polar الى polar بكل عليه عمليات رياضية
 سهلة ω وتغير أبط

* Rules for polar form : - (اعتبر أعمل على عمليات رياضية عليه)

1) $(a \angle \theta_1) \times (b \angle \theta_2) = a \times b \angle \theta_1 + \theta_2$ الماغ من مربعين والنزايا جمع

ex: $(5 \angle 30)(10 \angle 50) = 50 \angle 80$

2) $(a \angle \theta_1) / (b \angle \theta_2) = a / b \angle \theta_1 - \theta_2$ بقسم ال mag (ا 8 ا 4) والنزايا طرح

$(b \angle \theta_2)$ b

3) $a \angle \theta_1 + b \angle \theta_2 = a \cos \theta_1 + j a \sin \theta_1 + b \cos \theta_2 + j b \sin \theta_2$ عملية الجمع من مبرجة ثانيا بسم ال Vector ويجمع بالهم - يا



In rectangular $\rightarrow$ we sum Real together & imaginary together

$= (a \cos \theta_1 + b \cos \theta_2) + j(a \sin \theta_1 + b \sin \theta_2) \rightarrow$ بعد ما تحول ال

mag $\angle \theta$ $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Imag}}{\text{Real}} \right) \leftarrow$ polar again θ

التي الطوان - الآلة بطلع ما بال العملية مبرجة كيف طب !

ع أعطها أي polar $\angle$ done بطلع الجواب

نوع $\leftarrow$ polar $\angle$ Rectangular

$\rightarrow$ Mode of calculator should be complex

then $\rightarrow$ polar $\angle$ $(5 \angle 30)$, if rectangular $\rightarrow 5 + j \times 3$

$\rightarrow$ press mode $\rightarrow$ Deg $\angle$ polar $\angle$ $i \leftarrow$ على آلة

polar $\angle$ Rec $= = 2 = =$

$\rightarrow$ اذا مكتوب rad نغيرها لدرجة

Subject _____ Day _____ Date _____

* Rules for rectangular :- ρ polar $\rightarrow$ polar coordinates

$$\rightarrow (a + jb)(c + jd) = ac + jda + jbc + \underline{jbd} = (ac - bd) + j(ad + bc) \quad \text{---1}$$

$\frac{\text{molar polarizability}}{\text{conjugate}} \Rightarrow 94 \text{ J}$

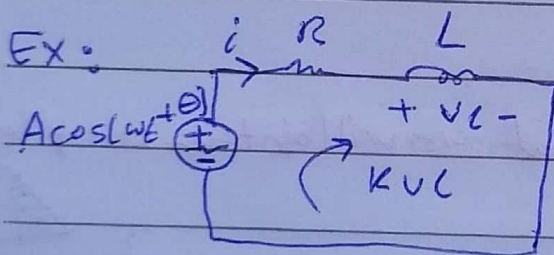
$$\Rightarrow \frac{a+jd}{c+jd} \cdot \frac{c-jd}{c-jd} = \frac{(a+jd)(c-jd)}{c^2+d^2} \quad \boxed{j+j = -1}$$

$(\gamma_5, \bar{\psi}\psi, \bar{\psi}\gamma_5\psi)$ conjugate

$$(c + jd)^* = c - jd$$

$$(A \otimes \Theta)^* = A \otimes -\Theta$$

$$\sqrt{A \otimes \Theta} = \sqrt{A} \otimes \frac{\Theta}{2}$$



Find i ?

if DC $\rightarrow$ easy answer

if we apply KVL:

$$-A \cos(\omega t + \theta) + RL + L \frac{di}{dt} = 0 \rightarrow \text{1st order differential equation}$$

درمکاتیل: یطالع جواب (و طالع سوال و جواب numerical analysis)

في ٨ من اكتوبر كل سنة من ايامنا و نلوا الى $\cos$

$$L \frac{di}{dt} + R_i - A \cos(\omega t + \theta) = 0$$

عند طريقه 1)

Complex # 25

ask

recieve

$i_L + V_L$
 $i_L = |I_m| \cos(\omega t)$ *amplitude*
 $V_L = L \frac{di}{dt}$ *value of $|I_m|$ and angle*

$V_L = -L \omega I_m \sin \omega t$
 $V_L = -I_m L \omega \sin \omega t$ *polar form (phasor)*

$\cos(\omega t - 90^\circ)$
 $-180^\circ L + 180^\circ L \rightarrow -V_L$ *if V_L is $-V_L$*

$V_L = I_m \omega L \cos(\omega t + 90^\circ)$

$V_L = I_m \omega L \angle 90^\circ$

$i_L = I_m \angle 0$

$V_L = I_m \omega L \angle 90^\circ$

If we divide voltage to current we will obtain complex term

$\frac{V_L}{i_L} = \frac{I_m \omega L \angle 90^\circ}{I_m \angle 0} \Rightarrow \frac{V_L}{I_L} = \omega L \angle 90^\circ$



$R = \frac{V}{I}$

$X_L = \frac{V}{I}$

المقاومة R هي عبارة عن $\frac{V}{I}$ complex term

$Z \rightarrow \text{Impedance}$ *أيضا* $Z_L = \omega L \angle 90^\circ$

$= j\omega L$ *In Rect-form = Impedance eqn*

$Z_L = \text{impedance} = \omega L \angle 90^\circ$ *(complex # (Real + angle))*

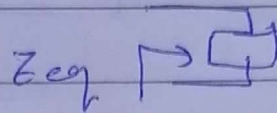
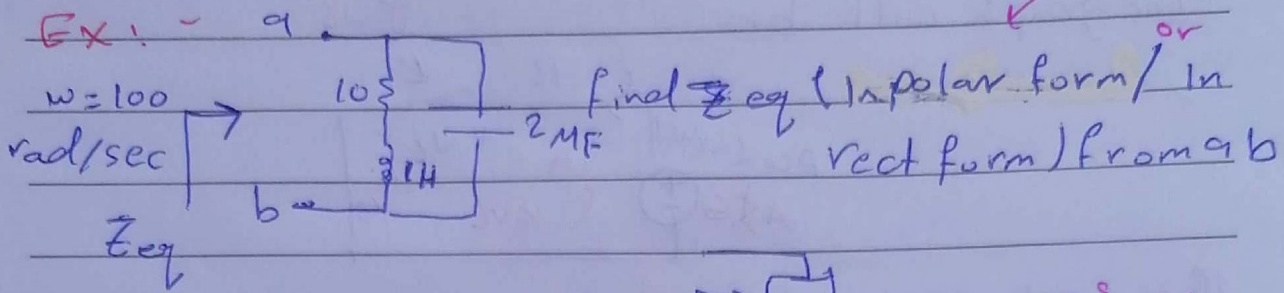
we can apply ohm's law $\rightarrow V_L = Z_L \times I_L$

نستخدم قانون أوم $V_L = Z_L \times I_L$ *أيضا*

$\omega L \angle 90^\circ$ to $j\omega L$ then $V_L = Z_L I_L$

زيادة 90° *أيضا*
 قيمة j *أيضا*

لازم يرد



بقي ايجيب

convert all to impedance form

$$1H \rightarrow (100j) \Omega$$

$$2mF \rightarrow \frac{-j}{100 \times 2mF} = -j \times 5000 \Omega$$

$$(10 + j100) // (-j5000) \leftarrow R \text{ في تافند ال}$$

$$= \frac{(10 + j100)(-j5000)}{10 - j4900}$$

حاصل جملها على الاكبر

لازم نضرب عليها

بعقب الجواب على نفسه

$$Z_{eq} = \text{Real} + j \times \text{Imag}$$

و ال Real دالها +ve

ال Imag دالها -ve

In polar form:

$$Z_{eq} = |Z| \angle \theta$$

$$Z_{eq} = 10.41 + j \times 102.1 \Omega$$

$$Z_{eq} = 102.54 \angle 84^\circ \text{ (Jari degree ال)}$$

مقاومة وحثية وحثية

$$Z_{eq} = R_{real} \pm j \text{ imaginary} \Rightarrow Z = R + jX$$

Impedance (Z) where (R) real (resistance) (X) reactance

- * any Impedance contain of $|| + \text{phase}$ or $\text{Real} + \text{Imaginary}$
- * Real it is a resistance $\rightarrow R$ دقاومة
- * X it is a reactance $\rightarrow X$ دحثية

$$5 + j3 \text{ or } 5 - j3 \rightarrow \boxed{\text{Reactance} = 3\Omega}$$

الاشارة الموجبة لل Impedance (كل اشارة موجبة)

* أنواع ال Impedance بالدوائر الكهربائية 3 أنواع -
(1) Inductive load (+ve) imag sign, $5 + j3$, $\theta > 0$
(2) capacitive load (-ve) " " , $5 - j3$, $\theta < 0$
(3) Resistive load, $\text{Imag} = 0 = X$

- like: $\begin{array}{|c|} \hline j10 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline j10 \\ \hline \end{array} \Rightarrow 0$ ave so inductive if -ve capaci
- $Z = 5 + j30$ resistive
- $Z = 5 - j90$

- (4) $R=0 \rightarrow jX$ (Pure Inductor), $X \angle 90^\circ$
- (5) $R=0 \rightarrow -jX$ (pure capacitor), $X \angle -90^\circ$

we can write in magnitude & phase

$$Z = |Z| \angle \theta \leftarrow \text{can be +ve or -ve} \quad |Z| = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{X}{R} \right)$$

$$Z_L = R$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f_{p.c} = Z_{en}$$

$$Z_L = 0 \times L = \text{zero}$$

$$Z_C = \frac{1}{0 \times C} = \infty$$

$$\begin{array}{c} + V_L - \\ \text{---} \text{---} \text{---} \\ i_L \end{array}$$

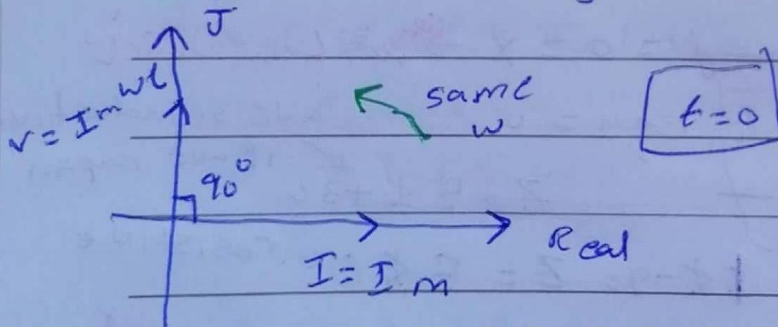
$$\text{If } I_1 = I_m \angle 0$$

$$Z_L = j\omega L$$

$$V_L = (I_m \angle 0)(j\omega L), \omega L \angle 90^\circ$$

$$V_L = I_m |I| \omega L \angle 90^\circ$$

① plot phaser diagram



V leads I by 90°

or I lags V by 90°

طاقة الجهد يعطي الطاقة

عند (load) التيار

(impedance)

Inductive impedance حساسة

Subject _____ Day _____ Date _____

* والعكس بالنسبة لـ Capacitance ← إذا كانت الخواصة دالة على ϕ
دائماً التيار يبتعد 90° عن الجهد
 pure inductor $\rightarrow 90^\circ$

$$I = I_m \angle 30$$

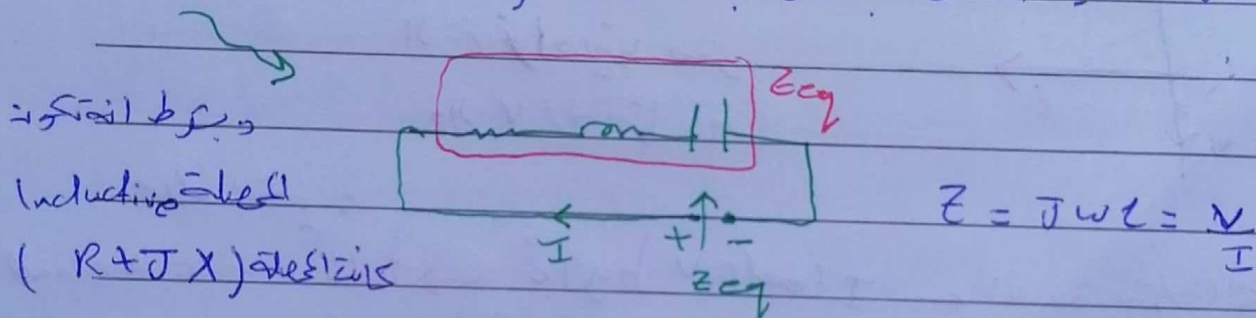
مثلاً التيار كان متقدماً 30° على الجهد

$$V = V_m \angle 30 + 90 = \text{voltage}$$

$$V = V_m \angle 120$$

في بيتم زاوية 90°
 جواب من 120° في حالة ϕ (في حالة ϕ في 120° في 90°)

← إذا كان الجهد ϕ على التيار تكون ϕ (I lags V by $< 90^\circ$)



← احتياجه 90° في 90° في 90°

②

1f

Y

2



من

3, 4

I leads V by 90° → In this case the load is capacitive

Ex)

$$y = 11$$

③

+

$$\underline{V_2}$$

$$V \subseteq$$

1E u

2nd



vj

* we can convert from phaser to time domain $\rightarrow$

(I) inductive load

$$Z = R + jX$$

$$= |Z| \angle \theta \quad \text{دائراً ال phase بين ال V وال I صاف الزاوية فيها زاوية ال shift}$$

$\rightarrow I$ lags V by $\theta < 90$ Impedance

الزاوية فيها θ ال Z بقدر استرجع بين ال V وال I

$$\text{If } Z = |V| \angle \theta_v - |I| \angle \theta_i = \theta_z \quad \text{If } \theta_i = 0 \quad \left. \begin{array}{l} 90 - 0 = \theta_z \\ \theta_v = 90 \end{array} \right\} 90 = \theta_z$$

phase shift:

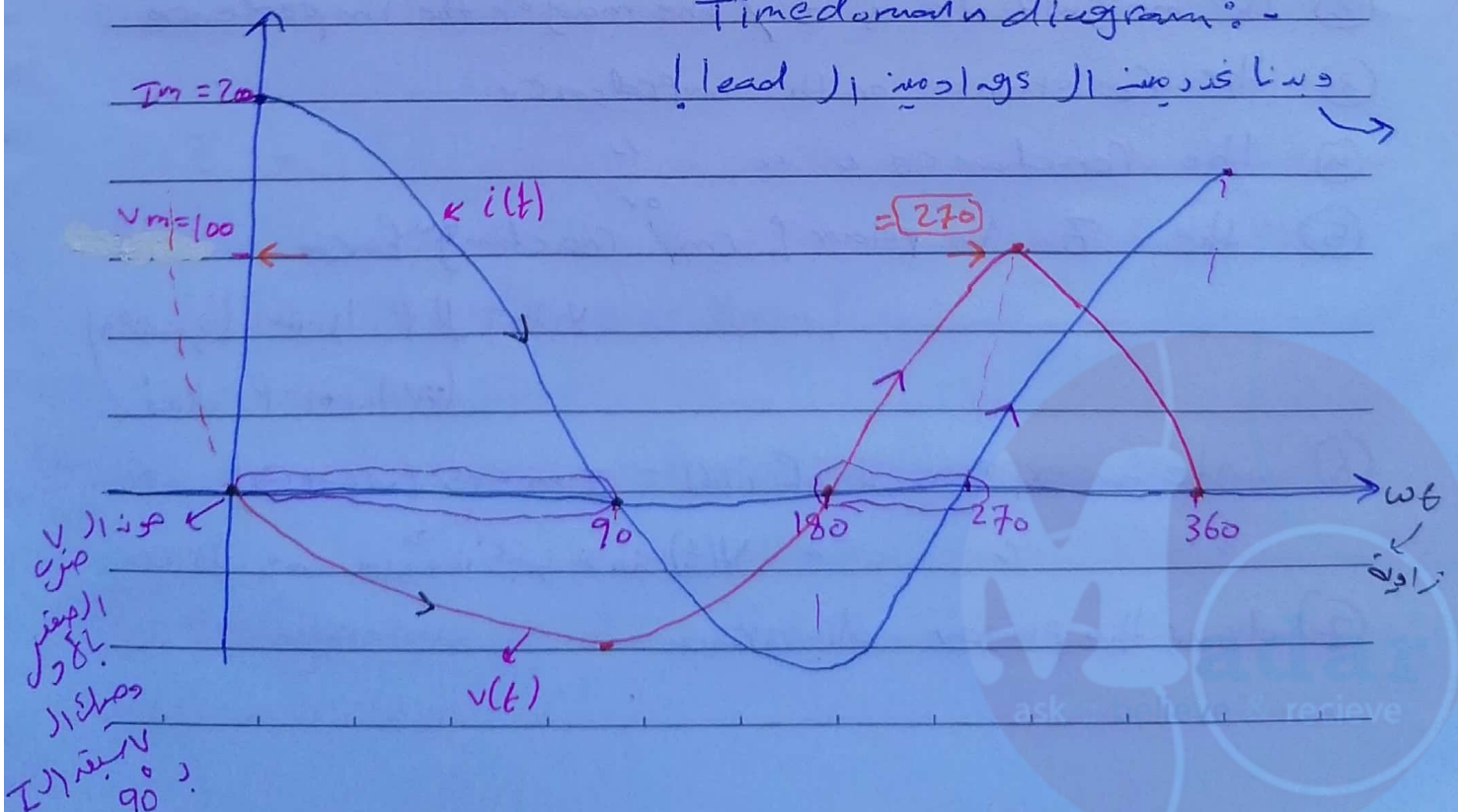
If we have $L \rightarrow \frac{Z_L}{i + v}$

$$\text{If } I = I_m \angle 0 \rightarrow \text{to T-domain } i(t) = I_m \cos(\omega t) \quad \text{ال I يكون جافا}$$

$$V = I_m \omega L \angle 90 \rightarrow v(t) = I_m \omega L \cos(\omega t + 90^\circ) \quad \text{ال V يكون صافا}$$

Time domain diagram:-

! lead ! no lags ! no lead !

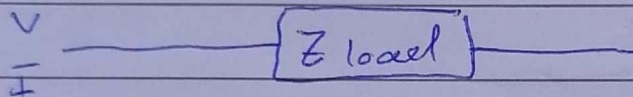


from the graph select which is lead & which is lag
in V & I in time domain (not phaser)

① V leads I by 90° $\rightarrow$ V is ahead of I by 90°
 في المجال الزمني V يسبق I بزاوية 90°
 Zero crossing V is ahead of I by 90°
 leads V by 90°

V leads I by 90° $\leftarrow$ V is ahead of I by 90°

across the load I and V is the voltage across the load Z



find:

- ① the phase shift between V & $I \rightarrow \theta_v - \theta_i = 90^\circ$
- ② the magnitude of Z or the mag of the impedance
- ③ the resistance on the impedance
- ④ the reactance " " "
- ⑤ the Z in polar form or reactance form

V is ahead of I by 90°
 (evaluate P & P is i)

⑥ write an expression of $i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta)$

" " " $V(t) = V_m \cos(\omega t)$

⑦ draw the phaser diagram

② → magnitude of $Z \rightarrow$ mag without angle

$$Z = \frac{|V| \angle \theta_V}{|I| \angle \theta_I} = \frac{|V|}{|I|} = \frac{100}{200} = 0.5 \Omega$$

$I_m < 0$, $I_m \cos(\omega t)$

$I_m \rightarrow$ max value for $i(t)$, V : max value for $v(t)$

③ → $Z = R + jX$ ← Z is a complex number (imaginary part is jX)

$$|Z| = R = \frac{|V|}{|I|} = 0.5 \Omega / \theta_V - \theta_I = \theta_Z \text{ (phase shift)}$$

(θ_V is θ_I is θ_Z) -ve $\theta_V - \theta_I$ is θ_Z (capacitor)

① i leads $v \rightarrow \theta_V - \theta_I = -ve$ (capacitor)

② i lags $v \rightarrow \theta_V - \theta_I = +ve$ (inductor)

$\theta_V - \theta_I = +ve \rightarrow i$ lags $v \rightarrow i$ leads v (inductor)

$Z = 0.5 \angle 90^\circ \rightarrow$ from calculator we convert to rectangular
reactance (no resistance) is jX form

$$= j0.5 \text{ (rectangular form)}$$

$\rightarrow R = 0$ (no real)

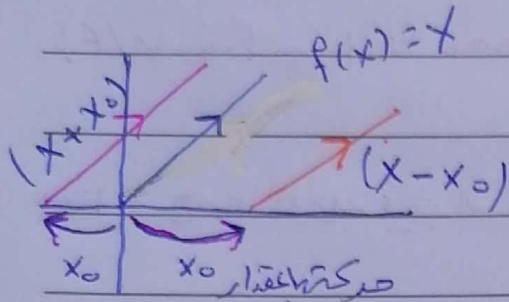
④ → $X = 0.5$ (always +ve regardless the sign)

⑤ already written $\rightarrow Z = 0.5 \angle 90^\circ$ (polar form)

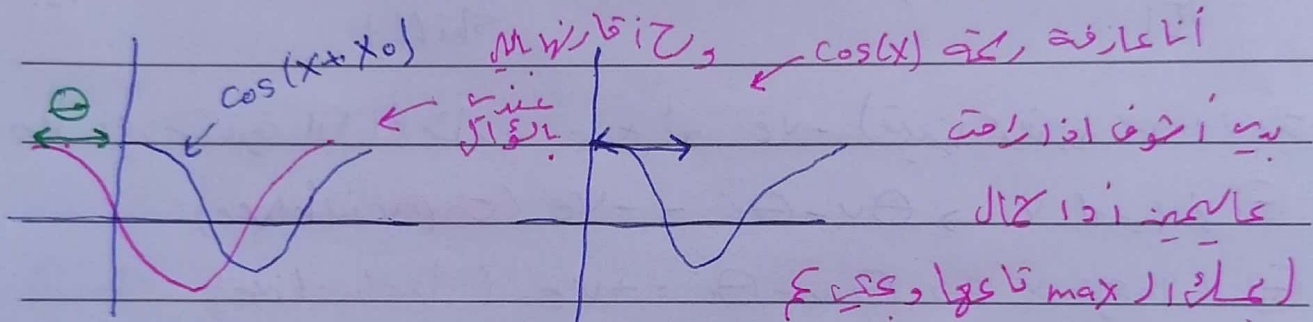
⑥ $i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta)$ (لازم مردود أحييهم)

In we found it: $I_m = 200$

① we will use calculus methods → فنن اطلع على شكل الفون



$f(x) = x - x_0$ / $f(x) = x + x_0$



بعد عند القصة (إذا وافقة عالمهم الزاوية سالبة وإذا عالمهم موجبة) وإذا عالمهم ما يكون فيه shift من أنرجع عالمهم

السرعة إيجابيا لزيادة في الأصلية $\theta = 0$

إيه بالأحرى من وقت ممكن للبيان لو كملوا أيهم يعرفوا فترة

كم مقدار θ ! فلاحظ كل ما في الحافة → إيه إيه 270

إشارة للمنه $-ve$

$v(t) = 100 \cos(\omega t - 270)$ مثال سرعة الأصلية

$v(t) = 100 \cos(\omega t + 90)$

$-270^\circ = +90^\circ$

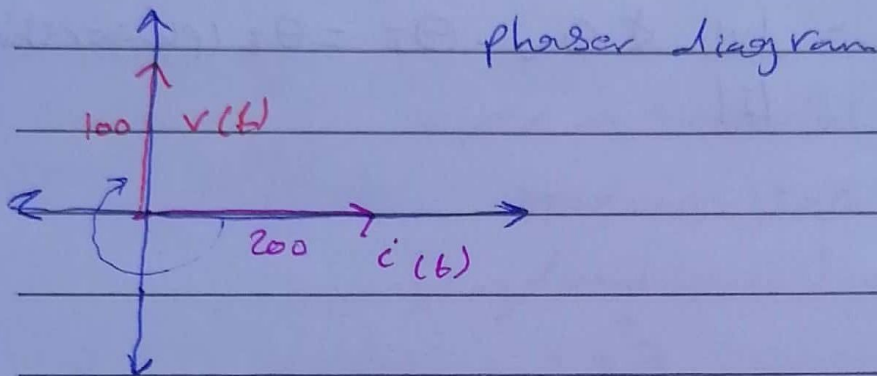
phasor :

⑦ voltage wave $|V_m| \angle \theta$

& I wave $|I_m| \angle \theta$

$$V(t) = 100 \cos(\omega t - 270^\circ) = 100 \angle -270^\circ$$

$$i(t) = 100 \cos(\omega t) = 200 \angle 0^\circ$$



Examples: $v(\text{invol})$

time in X-axis is $\sin \omega t$ $\rightarrow$

IF in mA

wt 20

Find the Impedance?

$$Imp = \vec{z} = |z| \angle \theta_z \text{ (can write in rectangular form)}$$

$$Z = \frac{|V| \angle \theta_V}{|I| \angle \theta_I} = \frac{|V|}{|I|} \angle \theta_V - \theta_I = \theta_Z \text{ (phase shift)}$$

$$\text{I logs } V \rightarrow = +ve$$

$$\frac{|V|}{|I|} = \frac{250}{200} = 1.25 \text{ k} \Omega$$

فإنه على x -axis من 0 إلى 1 شريطة أن تكون x هي القيمة
والتي هي موجودة في x (منه 0 إلى 1)

$0.02 \text{ sec} \rightarrow 360^\circ$

$$\frac{0.005}{2} = 0.0025 \rightarrow ?$$

$$\frac{0.0028 \times 360}{0.02} = 45^\circ$$

مجلس عرفت الى

$$Z = 1.25 \angle 45^\circ$$

V Jūs laips, lū!

وقد تم استخراجها (٤٥°)

2019/10/10

If $T = 0.02 \text{ s}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad/s}$$

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

what is the type of load? inductive

Summary:

source $\rightarrow$ sinusoidal

Mag + angle $\rightarrow$ polar form

freq domain (phasor) $\leftrightarrow$ time domain

$$A \cos(\omega t + \theta) \rightarrow A \angle \theta$$

$$+L \rightarrow Z_L = j\omega L$$

$$\omega L \angle 90^\circ$$

$$+C \rightarrow Z_C = \frac{-j}{\omega C}$$

Rect

$$\frac{1}{\omega C} \angle -90^\circ$$

polar form

$$Z = R + jX$$

Impedance $\leftarrow$ Resistance $\leftarrow$ Reactance

If $Z = R + jX$ (Rect) $\rightarrow$ polar

① Inductive

② $i \rightarrow Z \rightarrow i$ inductive impedance
 i lags V by θ $\leftarrow$ Polar $\rightarrow$ Rect $\leftrightarrow$ $\angle$ $\leftrightarrow$ $\angle$

Subject _____

Day _____

Date _____

Polar : $|Z| \angle \theta_z = \theta_v - \theta_i > 0$
 $\theta_z > 0$

(2) $Z = R - jX$

↳ capacitive

i leads v by θ_z

$|Z| \angle \theta_z$

$\theta_z < 0$

(3) $Z = R$

+ Resistive

• V & I in phase

Q 12/62

التيارة i 40 A $\leftarrow$ 0.05 $\leftarrow$ 0.05 A $\leftarrow$ i leads v

by 45°

طبع قد يتا!

$$|Z| = 1.25$$

$$\text{Impedance} \Rightarrow 1.25 \angle -45^\circ$$

draw phasor diagram

$$\begin{aligned} V &= 11 \angle \theta_V = 250 \angle -90^\circ \\ I &= 11 \angle \theta_I = 200 \angle -45^\circ \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{من 8} \\ \text{طرحه} \\ \text{يكون} \end{array} \right\}$$

$$\theta_V = \cos(\omega t + \theta_V) \rightarrow \text{بـ } v \text{ في } i \text{ في } \cos(\omega t)$$

$$(\cos \text{ في } i \text{ في } \cos(\omega t)) \text{ is shifted}$$

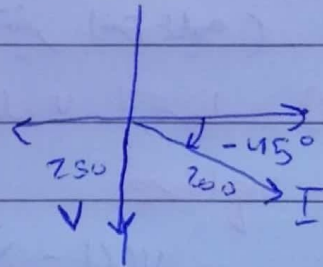
$$\begin{aligned} -45^\circ \\ \theta = \\ \theta_V - \theta_I \end{aligned}$$

والتيارة i 40 A $\leftarrow$ 0.05 $\leftarrow$ 0.05 A $\leftarrow$ i leads v by 45°

$$v(t) \text{ is } 250 \cos(100\pi t - 90^\circ)$$

$$v(t) = 250 \cos(100\pi t - 90^\circ)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



time domain $\rightarrow$ phasor $\rightarrow$ i leads v by 45°

13/62

current v (المسألة 13/62)

$$i = -v_c$$

الزاوية: 45°

الوقت: $\frac{1}{3} (\mu s)$

$$1.25 \angle -60^\circ$$

14/62

current v

$$= +v_c$$

$$1.25 \angle 60^\circ$$

15/62

$$1.25 \angle 30^\circ$$

إذا كان عنصر دائرة ديفي أحدها Voltage source (إذا كان DC source)

بها AC source يربط لأنه متغير (منه على) (source ديفي)

وجد طريقة لحل فيها القيمة v اسمها (RMS)

Root mean square

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta) \text{ periodic}$$

$$V_m = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

تُسمى بالـ RMS

$$V_m = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_m^2 \cos^2(\omega t + \theta) dt}$$

هذا

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$V_{D.C} = V_{rms}$$

for AC

قيمة ثابتة زمنية

DC

power (الطاقة)

الطاقة في الـ DC source

الطاقة في الـ AC

Ex: Find the Rms value for :-

$$v(t) = 8 \sin(\omega t) + 6 \cos(\omega t + 30^\circ)$$

→ $v(t) = A \cos(\omega t + \theta)$: A : Amplitude (Rms) $\cos$ ، ω : Angular frequency ، θ : Phase angle
 - ω : Angular frequency (rad/sec) $\uparrow$ (Amplitude) ω : Angular frequency (rad/sec)
 - θ : Phase angle (rad) (Amplitude) ω : Angular frequency (rad/sec)

$$= 8 \cos(\omega t - 90) + 6 \cos(\omega t + 30) \rightarrow \sqrt{16125}$$

$$= 8x - 90^\circ + 6x + 30^\circ$$

$$= 2\sqrt{13} \angle -43^\circ$$

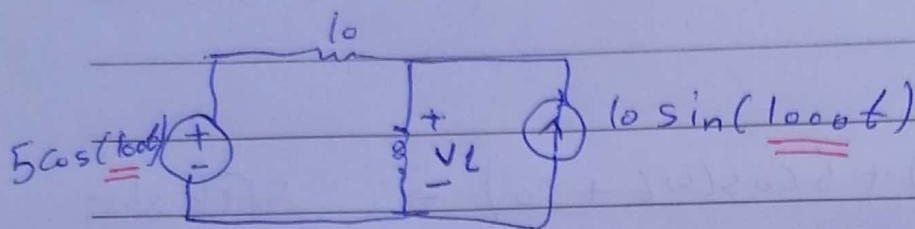
$$V_m = \frac{2\sqrt{1.3}}{\sqrt{2}}$$

$\rightarrow V(t) = 100 + 10 \cos(\omega t + 30^\circ)$

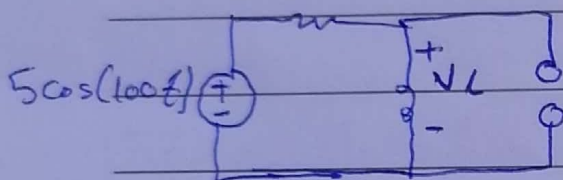
$$V_m = \sqrt{100^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2} = 100.25$$

بدرابطه ال mesh ال النودال ال tharwin ال AC ال

→ more than 2 sources & each source has different ω
find V_L on the inductor?



(different ω) $\Rightarrow$ ω مختلف
فلا في طريقة $\Rightarrow$ Super position

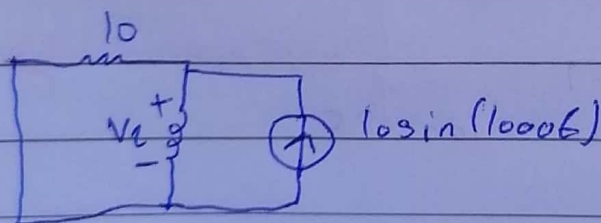


$$V'_L = \frac{5 \angle 0^\circ (\angle 100)}{10 + j100}$$

$$V'_L = \frac{j500}{10 + j100}$$

لذلك
 $\angle 100$

polar form $\Rightarrow$ $|V'_L| \angle \theta'_L$



by current division:-

$$V''_L = j(1000) \left(10 \angle -90^\circ \left(\frac{10}{10 + j1000} \right) \right)$$

$$V''_L = \frac{10^5}{10 + j1000} = |V''_L| \angle \theta''_L$$

10⁵ $\angle 0^\circ$ $\Rightarrow$ $\angle 0^\circ$

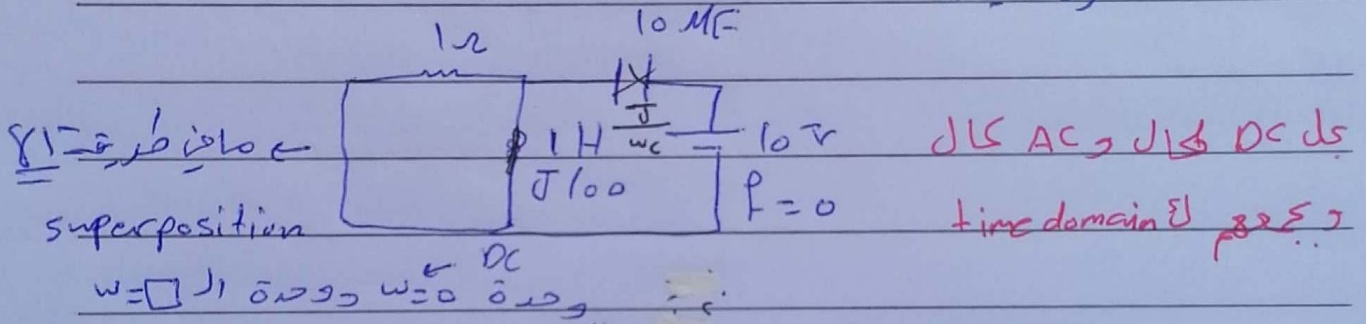
بعد ما طلبنا الـ V_L والـ V_R كيف أجابهم

ما بقدر أجابهم جمع عادي (لأنه الأول مصوبة عند $\omega = 100$ والثانية $\omega = 1000$)
فما بقدر أجابهم كـ polar ← بول Time domain وجمع عادي

لـ لـ لـ

$$V_L(t) = 5 \cos(100t + 30^\circ) + 10 \cos(1000t + 60^\circ) \neq \text{وب}$$

المألة الـ بتكون بالامتحان عادة DC+AC بنف الـ قال الأستاذ كل أسرار
زير صيك



الأول شكل الـ (DC) وبعوض الـ (AC) وبعوض الـ (AC) وبعوض الـ (AC)

والثانية لما بي الـ DC والـ AC

الـ DC ← الـ س.س والـ C.س

$$AC = 11 \cos(100t + \theta) + DC$$

Y : admittance

In DC $R \rightarrow \frac{1}{R} = G (S)$

In AC $\rightarrow Z \rightarrow \frac{1}{Z} = Y$ (admittance)

$Z = R + jX$

$Y = \frac{1}{R + jX} \rightarrow \frac{1}{R + jX} \times \frac{R - jX}{R - jX} = \frac{R - jX}{R^2 + X^2}$

Conjugate

$Y = \frac{R}{R^2 + X^2} \pm j \frac{X}{R^2 + X^2}$

$Y = G \pm jB$

real part complex part (imag part)

فصل بقرن وصل بنعم :-

G : Conductance $G = \frac{R}{R^2 + X^2}$ S Real جز

B : Susbtance $B = \frac{X}{R^2 + X^2}$ S imag جز

او خازنة بدل على Z

+ve $\rightarrow$ capacitive load

-ve $\rightarrow$ inductive load

نكتب شوا المعرف من Y (لن يوجد حركه معالج S)

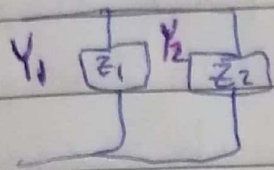
nodal admittance Y على ال 1 الى 2 فيكون في 1

$V_1 \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \right) - V_2 \left(\frac{1}{Z_2} \right)$

$V_1 (Y_1 + Y_2) - V_2 (Y_2)$

بدل ما اتقبلهم خله بنجعم اسهل

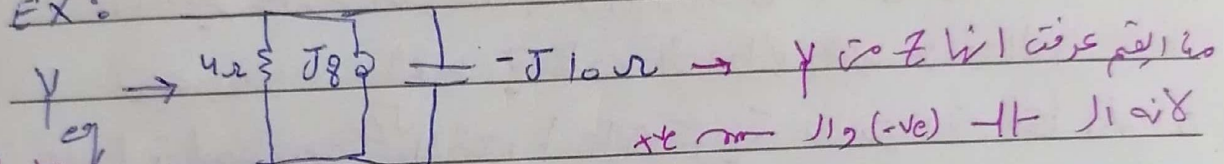
جاء في Y Parallel circuit transformer / $Y_{eq} = Y_1 + Y_2$



دعا Z (حالة خاصة) Y (حالة خاصة)
 $Y_{eq} = Y_1 + Y_2$

* Y لا يكونوا parallel Z (حالة خاصة) $Y_{eq} = Y_1 + Y_2$

EX:



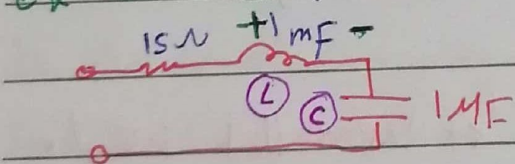
$$Y_{eq} = Y_1 + Y_2 + Y_3 = \frac{1}{4} + \frac{j}{8} + \frac{-j}{10} = \frac{1}{4} - \frac{j}{40}$$

$$Y_{eq} = \frac{1}{4} - \frac{j}{40}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{Y_{eq}}$$

القيمة الحقيقية

Ex Hw. 4 (20) Inductive load



or In phase (just)

For the circuit find the frequency (f) that passes the equivalent impedance (Z_{eq}) to purely resistive? $(Z_{eq} = R)$

$$f \rightarrow 15 + j\omega - \frac{j}{\omega} \rightarrow C = L \text{ (no imaginary)}$$

$$\omega(1m) = \frac{1}{\omega(1m)} \rightarrow \text{Pure resistive or } V \& I \text{ In phase}$$

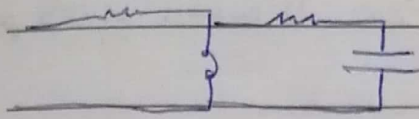
$$\omega(1m) = \frac{1}{\omega(1m)} \rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow Z_{eq} \rightarrow \text{Resistive}$$

$$2\pi f = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow f = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi \text{ In phase}$$

Resonance frequency $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (In phase) $V \& I$ In phase

* under resonance freq $\rightarrow \omega I$ in phase $\rightarrow$ (in pure series or pure)
 (1) تكون I و V في نفس الطور $\rightarrow$ power قوتها أعلى ما يمكن (power in max)
 في الميكانيكا إذا وصل الجسم لوضع resonance يكون الوضع خطير
 في الجور ما يصل الجسم لأعلى force عند يتحرك لأنه عند
 يتغير الجور إذا كان الجسم أي آلة حيثما توصل لا resonance
 وأحد تطبيقاتها لل power max هي (Radio channel) (الراديو تبث
 إشارة عبر الأثير ومن الفترة أي حاجتها بتردداتها لا تستقبل)
 فلما تغير ما زل الراديو يكون بغير لموقع المفتاح بين ال -1- وال -2-
 ليس ال -1- يتأدى ال -2- أي بغيرها $\times$ إذا لا بالفتحة
 (في resonance) الجور طاقته كوية باعث أنه نلقط الموجات
 أما بال power system فموتة مو صينة زي زي الميكانيكا
 لأنه ال -1- ال -2- يحسن عليهم لا ورج رقت ال voltage عند طاعة
 وتجاوز القيمة كانت ال Capacitor $\rightarrow$ (لغة ال -1- في ال -2-)
 يتفجر وجوانه زيته لأنه يجب حرقه (فال power sys يتأكل ما توصل
 مرحلة ال resonance sys (مرحلة خطيرة))

لو كان في parallel $\leftarrow$ $Z_{eq} = R \parallel C \parallel L \parallel \dots$ وفيه $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
 حوّلهم ل ω حتى أنتقل
 $Z_{eq} = R$
 حالة السيريز إذا $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
 القانون نفي أنه لا يكون ال $Z_{eq} = R$ ($\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$)
 في حالة كانت الدائرة سيريز و $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ تطبق حالة السيريز
 only pure parallel or pure series



find ω that be $Z_{eq} = R$

$\omega = 1$ (not apply unit)

$\sqrt{C}$

ح ارجع اشارة بعدية اهل

*Thermin

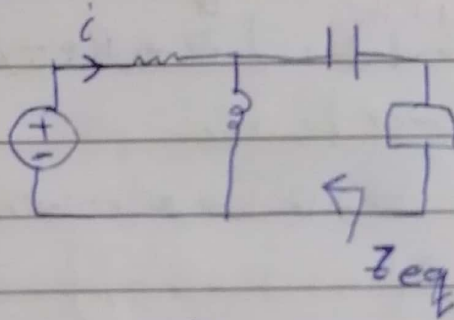
نفس لا تكتب لا DC $\leftarrow$ killing for

sources (v.s $\rightarrow$ s.c

c.s $\rightarrow$ o.c)

max power الجيد هو ال max power

(transfer



find Z_L that make the circuit transfer max power to the load

In DC $\rightarrow R_L = R_{th}$

In AC : we must differentiate the

$$P_{max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$$

النتيجة : relation $\rightarrow$ max power

$$Z_L = Z_{th}$$

$$Z_L = Z_{th}$$

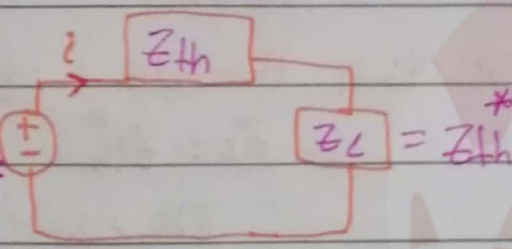
ال max power

Conjugate (أقلب اشارة)

max power

imaginary

$$V_{th} = V_{oc}$$



$$Z_{th} = R + jX$$

$$Z_{Total} = 2R \text{ (in pure resistance)}$$

$$Z_L = R - jX$$

(conjugate)

$$i = \frac{V_{th}}{2R}$$

time domain / لا بد من إيجاد power في الوقت

$$P(t) = v(t) \cdot i(t)$$

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v)$$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i)$$

لا بد من إيجاد الجهد و التيار
كل واحد منهما في صورة cos

Final equation for max power in AC :-

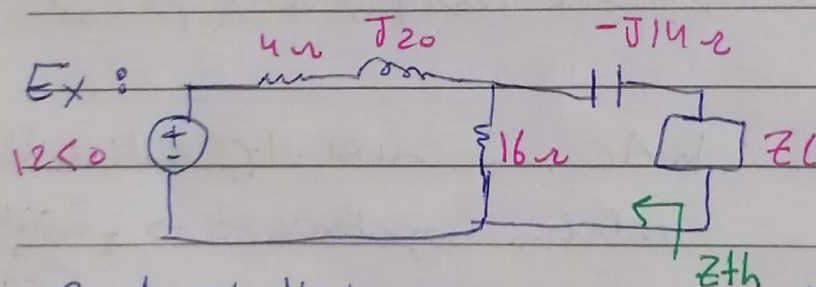
$$P_{max} = \frac{V_{th}^2}{8R_{th}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{magnitude of } V_{th} \\ \text{Rms Voltage} \end{array} \right)$$

$$V_{th} = (V_{rms} \sqrt{2})^2 \quad \left(\begin{array}{l} \text{not Rms} \\ \text{Rms} \end{array} \right)$$

$$V_{th} = \frac{V_{rms}^2}{4R_{th}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{DC} \\ \text{Power transfer} \end{array} \right)$$

* Z_{th} is the Z_{load} that allows max power transfer to the load $Z_L = R + jX$

$$P_{max} = \frac{V_{th}^2}{8R_{th}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{max power} \\ \text{in } Z_L \end{array} \right)$$



- Find Z_L that allows max power transfer from the circuit
- Find the max power?

16 Ω is the max power transfer

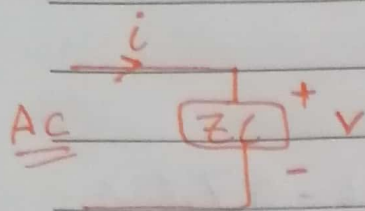
$$Z_L = Z_{th}^*$$

the max power is in Z_L

(16) $\frac{1}{p} \log \frac{1}{p} + \frac{1}{1-p} \log \frac{1}{1-p}$

1 max 11201

power 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840,



← AC 0/1 n g g g local line

↓
given by sinusoidal

$$V = V_m \cos(\omega t + \theta_v)$$

$$I = T \cos(\omega t + \theta_c)$$

$$p(t) = +V \times I$$

$$p(t) = v_m \cos(\omega t + \theta_v) + I_m \cos(\omega t + \theta_i)$$

Institutional power

رحمته بعد العلميات الكاسية من غير منقاد الحبل

الطاقة الحرة (free power) ← power الحرة (free power)

مع الزمن

الحمد لله

ح. نسبة العلاقة بين نظام ال Identity

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m (\cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) + \cos(\theta_v - \theta_i))$$

①

62

$$P(t) = \underline{V_m I_m} \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) + \underline{V_m I_m} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

١. العلاقة بين مكونة من 2 parts الأول متغير الزمن لأن

في t والثاني ② رقم $\text{const} \leftarrow \text{لوحته الـ } P(t)$ وحصلها

$$P_{avg} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} P(x) dx$$

$$\rightarrow P_{avg} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\underbrace{\theta_v - \theta_i}_{\theta_z}) \text{ (watt)}$$

striking Real power

or $\rightarrow$ Active power

۱۴. متحانه لوجاب

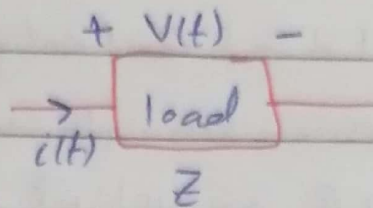
$$X = 4 \Omega \rightarrow 54$$

$$x=4 \rightarrow -Ty$$

$$Z = R + jX$$

ask believe receive

AC Power



If $v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v) \rightarrow V_m \angle \theta_v$ (in polar form)

$i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i) \rightarrow I_m \angle \theta_i$ (in polar form)

$p(t)$ (inst power) $= +v(t) \cdot i(t)$ ماد الجزء متغير بشكل ماد ثابت
 $= \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v + \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$ لغلي مع الزمن

$\theta_v - \theta_i = \theta_z$ يعني مقدار الزاوية التي تختلف بين التيار و الجهد

* Active power $P_{avg} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$ مقدار

Real power (watt)

① $\theta_v - \theta_i > 0 \Rightarrow$ Inductive load $\rightarrow P_{avg} > 0$ الزاوية θ_z تتراوح
 $\theta_z > 0$ من -90° إلى 90°

② $\theta_v - \theta_i < 0 \Rightarrow$ Capacitive load $\rightarrow P_{avg} > 0$
 $\theta_z < 0$

always $P_{avg} > 0$

تتحقق هنا الحالة (0=P) شكلا متضادا الزاوية 90° و -90°

③ $\theta_v - \theta_i = +90^\circ \rightarrow P_{avg} = 0 \rightarrow Z = +jX$ (pure in)

$\theta_v - \theta_i = -90^\circ \rightarrow P_{avg} = 0 \rightarrow Z = -jX$ (pure -lt)

$\theta_v - \theta_i = 0 \rightarrow P_{avg} = \frac{1}{2} V_m I_m \rightarrow$ (pure -m)

* Inductor & Capacitor not consumed avg power

ما يستهلك من بمت يقلل من قيمة P_{avg} في كل مرة تغير قيمة التيار
 المفضل عند اختيار P_{avg} في R فقط (مقاومة) لأن

الطاقة P_{avg} تكون في قيمة R فقط P_{avg} في R

[illegible]

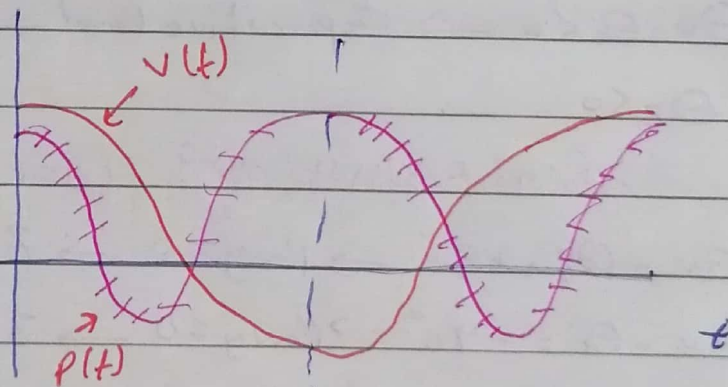
۱) P_{avg} (اگر رکتہ باز) $\rightarrow$ resistive part کی توانی

ثبوت $\cos$ بتغير $\sin$ في $\cos$ وال $\sin$ بتغير $\cos$ في $\sin$

الْمِثْرَانِ وَالْعِدَادِ فَقَدْ أَفْلَحَ مَن لَّوْكَانَتْ pure

part 2 :- part vary with time (it has a special characteristic)
for power $\rightarrow$

1) Power frequency = $2f_{n,i}$ (التردد تاي ال Power يعني التردد تاي ال Voltage والتيار)

$$f_p = 100 \text{ Hz}$$


power جوا ال v

۷. لکھو صرتے

(دورتين حول الدورة الواحدة)

أدوية الـ V ضد دورة الـ

35

فصل ۱ سرعت و شتاب

② from identity

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i + \theta_i - \theta_i)$$

double

arrange :- $\frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v - \theta_i + 2\theta_i)$

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\underbrace{2(\omega t + \theta_i)}_{\text{time}} + \underbrace{\theta_v - \theta_i}_{\text{domain}})$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2(\omega t + \theta_i)) \cos(\theta_v - \theta_i) -$$

$$\frac{1}{2} V_m I_m \sin(2\omega t + \theta_i) \sin(\theta_v - \theta_i) \leftarrow \text{const}$$

(-ve) $\cos(180 - 90) \rightarrow \cos(90)$

لو جيبه ال part مع الزاوية (sin) وال cos

If we convert the const to polar form :-

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) \rightarrow \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) \angle 2\theta_i$$

$$\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i) \rightarrow \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i) \angle 2\theta_i + 90^\circ$$

If we graph in phasor diagram :- فرضت $\theta_i = 0$ Ref

اب ال تمامه بنعم 90°

$$\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$$

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

Real

طوله

$$\frac{1}{2} V_m I_m$$

$$\theta_v - \theta_i$$

زاوية

بستخرج ال هاهنا

$P(t)$ الجزء ال يتغير مع

الزمن عبارة عن 2 components

Real و وحدة Imag

(Reactive power) جزء

Power avg (P_{avg})

active power

→ $P_{\text{Real}} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = \text{Active power}$
 = P_{avg} (watt)
 (تغير عن جزء) (mag)

→ Reactive power = Q $\left(\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i) \right)$ (VAR) (voltage ampere reactive)

في دائرة معقدة P و Q power

Real power ← AC في جزء
 active power ←

If we write Real & Q in Rectangular form :-

$$\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + j \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$$

$$P_{\text{avg}} + jQ = \text{Complex power}$$

Real ← 2 component
 (mag power) Q $\left(\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i) \right)$

Complex power (V.A) : $\vec{S}$ (V.A) (رقم معقد) magnitude
 (phase angle)

$$\vec{S} = P_{\text{avg}} + jQ$$

الـ Q ما تقبها ←
 ما بقبها بعد ادالبت ←

فاختروا وحدة لقياسها

كمية غير Q (power ما تقبها) فأنا محتاجها في P حدة
 الكيلو وات

Summary

① Ins power (watt)

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$P_{\text{power}} = 2 P_{r,i} \leftarrow \text{نصف}$$

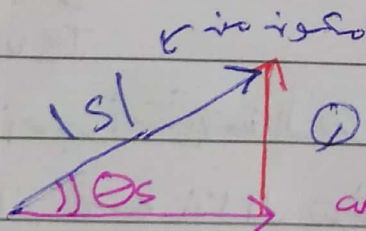
② complex power $\Rightarrow \vec{S}$ (v.A) In rectangular form:-

$$\vec{S} = \begin{cases} P_{\text{avg}} \\ \text{Active} + jQ \\ \text{Real} \end{cases} \rightarrow \text{reactive power}$$

③ $P_{\text{avg}} = \text{Active} = \text{Real (watt)} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) > 0$

④ $Q = \text{Reactive power (VAR)} = \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$ 70 or 50

* In polar form for $\vec{S}$ في شكل قطبي



power triangle (القوة)

الزاوية بين الجوانب هي θ_s

apparent power $|S|$ or $V_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$

complex power $\rightarrow \vec{S} = |S| \angle \theta_s$

$$= \sqrt{P^2 + Q^2} \angle \theta_v - \theta_i = \theta_z = \theta_s$$

⑤ apparent power = $|S|$ (القوة الظاهرة)

$$|S| = \frac{1}{2} V_m I_m$$

(الطاقة)

$$\vec{S} = \frac{1}{2} V_m I_m \angle \Theta_v - \Theta_i$$

 magnitude magnitude
 ن ا متجهنا علاقة بين ا

$$\vec{S} = \frac{1}{2} (|v\rangle_m \langle \Theta_v|) (|I_m\rangle \langle \Theta_i|)^* (|I\rangle_1 |v\rangle_1 |S\rangle)$$

امی حاصل ضرب ال و ع زاید

المضلة نفسها والـ مع زائرها

(-ve $\frac{Q}{r^2} \neq 1$ $\frac{Q}{r^2}$ is $\frac{Q}{r^2}$)

If we analyse $\odot$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$$

$\Theta_r - \Theta_i > 0 \rightarrow \left[\begin{array}{l} \phi = +ve \\ \phi > 0 \end{array} \right] \rightarrow \text{Inductive load} \rightarrow i \text{ lags } V$

$\Theta_v - \Theta_c < 0$ $D < 0 \rightarrow$ capacitive load $\rightarrow$ i levels V

$\theta_r - \theta_i = 0$ $\phi = 0 \rightarrow$ Resistance load $I \& V$ in phase
 (مقاومة بحتة)

$\theta_v - \theta_i = 90^\circ$ $+\frac{1}{2} V_m I_m$ (pure) حاصل استنتاج من الـ معلومات

$$\theta_r - \theta_i = -90^\circ \quad -\frac{1}{Z} v_m \text{Im}(\bar{a} b) \text{ (clonet)} \quad \text{Inductive} \leftarrow Z \text{ (as)}$$

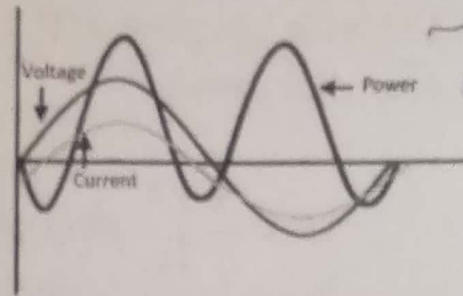
$\leftarrow$ (pure) $\frac{1}{s}$ (S.I.L.D. بدون) cap $\leftarrow (-ve) \leftarrow 0$

$$-v_c \leftarrow p \quad | \sim 8$$

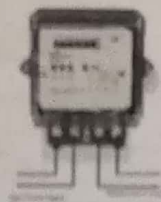
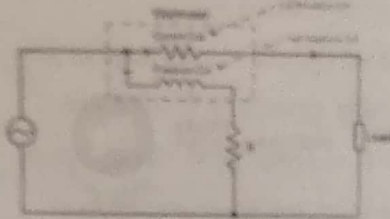
capacitor //

Topic 2 - AC Power Calculation

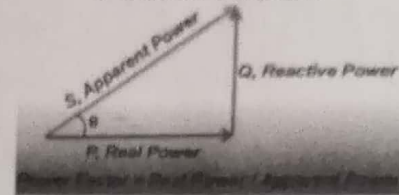
- Instantaneous and Average Power
- Maximum Average Power Transfer
- Effective or RMS Value
- Apparent Power and Power Factor
- Complex Power
- Conservation of AC Power
- Power Factor Correction
- Power Measurement



Plot of the Power of Instantaneous Voltage, Current & Power



Power Factor



Instantaneous and Average Power

- The instantaneously power, $p(t)$

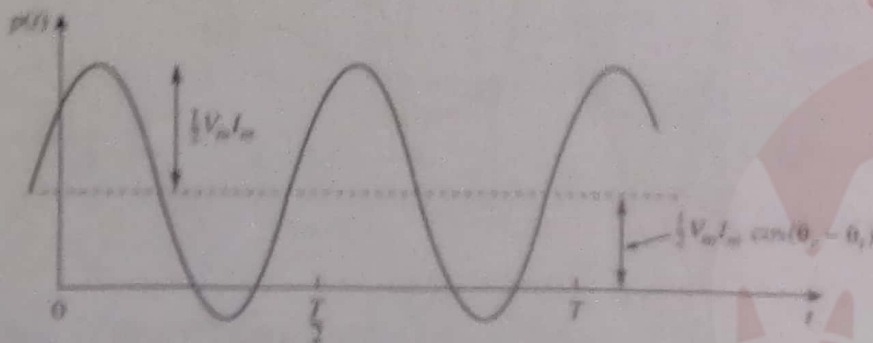
$$p(t) = v(t)i(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v) \cos(\omega t + \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$

Constant power

Sinusoidal power at 2ω

The instantaneous power $p(t)$ is composed of a constant part (DC) and a time dependent part having frequency 2ω .

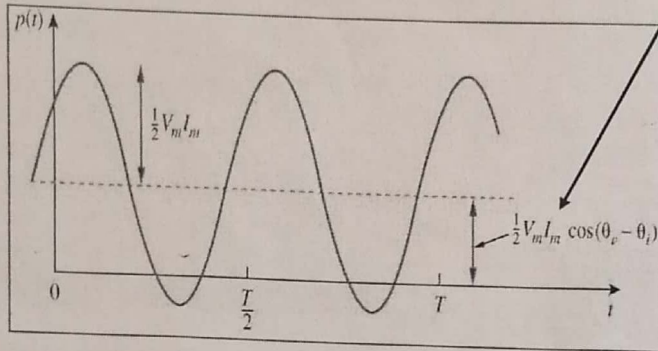


$p(t) > 0$: power is absorbed by the circuit; $p(t) < 0$: power is absorbed by the source.

Instantaneous and Average Power

- The average power, P , is the average of the instantaneous power over one period.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$



- P is not time dependent.
- When $\theta_v = \theta_i$, it is a purely resistive load case.
- When $\theta_v - \theta_i = \pm 90^\circ$, it is a purely reactive load case.
- $P = 0$ means that the circuit absorbs no average power.

Instantaneous Power

$$p(t) = v(t)i(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

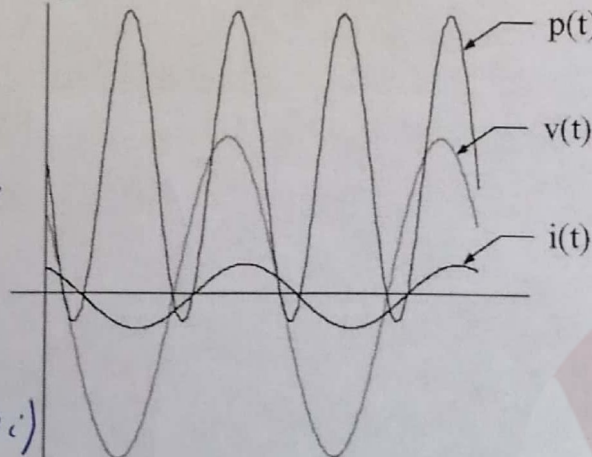
$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

فأبداً كسباً في 11-12
 I_{rms} و V_{rms} 11-12

$$p(t) = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i) + V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$

لأنه المصنع الممتد في 11-12

$$v(t) = 120\sqrt{2} \cos(377t + 60^\circ) \quad i(t) = 24\sqrt{2} \cos(377t + 30^\circ)$$



وإذا كان في 11-12
 magnitude في
 (amplitude for cos)

وإذا كان في 11-12
 بـ V_{rms}

إذا كان في 11-12
 في 11-12

* ۱۱ ص ۵۸۰

$\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$
 $\rightarrow \oplus$
 $\rightarrow \ominus$
 $(i \text{ lags } v) \rightarrow$ يتكون التناوب الرابع الأول
 $(i \text{ leads } v) \rightarrow$ الرابع =
 $\rightarrow$ Ind load consume reactive power
 $\rightarrow$ Cap load
 $cr = S = \frac{1}{2} V_m I_m$

- Ind load $\rightarrow$ consume reactive power
- Cap load $\rightarrow$ supply reactive power

$S = \frac{1}{2} \vec{S} + \vec{I}$ In rectangular form

* Power factor (PF) $\cos \phi$

ق عشان نفهم عن مقدار ال avg power

referred to complex power

ماد صومعاً ملكاً القدره

اقتية ١) $\cos$ دائاً رح طلع
موصية من ساعة

* مثال ٥: ما هي الجواب 0.8 واستنتج الجواب (pf)

* مثال ٥: ما قيمة الجواب 0.8 وانسكت (جواب 1) (PF)

$$PF = X = 37^\circ \quad PF = \theta_v - \theta_i \quad (0.8 \text{ leading}) \text{ and } (0.8 \text{ lagging}) \quad \text{Ans.}$$

$$p_f = 37^\circ \rightarrow$$

$$\phi_f = \chi = 37^\circ$$

can be
true

$$Qr = V_e$$

$\theta_r - \theta_i < 0$ (عند انحراف الضوء إلى الوسط الكثيف) $\theta_r - \theta_i > 0$ (عند انحراف الضوء إلى الوسط النادر)

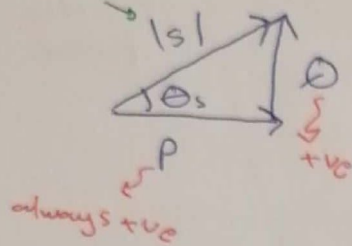
$$pf = \cos(\theta_v - \theta_i) \begin{cases} \rightarrow \text{lagging} \\ \rightarrow \text{leading} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \theta_v - \theta_i > 0 &\rightarrow i \text{ lags } v \rightarrow pf \text{ lagging} \\ \theta_v - \theta_i < 0 &\rightarrow i \text{ leads } v \rightarrow pf \text{ leading} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{تأخر} \\ \text{تأخر} \\ \text{تأخر} \end{array} \right\}$$

دائرة دلتا مثلث ال Power factor ال في دائرة

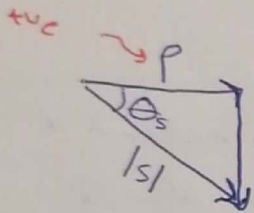
power triangle

apparent power



$\rightarrow$ we have 4 parameters ($Q, P, |S|, \theta_s$)
 $\rightarrow$ capacitive load
 اذا عرفت 2 منهم بقدر احيب ال 2 البقيات

2nd case :-



$\rightarrow$ وبقدر ال 2 البقيات بقدر احيب ال 2
 $\rightarrow$ leading pf
 $\rightarrow$ inductive load

نقطه

(4) $P_{avg} = \frac{1}{2} I_m^2 R$

ال instantaneous power بيكون عارفة قيمة ال V_m و I_m

in rms :- $P_{avg} = I_{rms}^2 \cdot R$

نقطه

(5) we can write Q w.r.t X

$Q = \frac{1}{2} I_m^2 X$

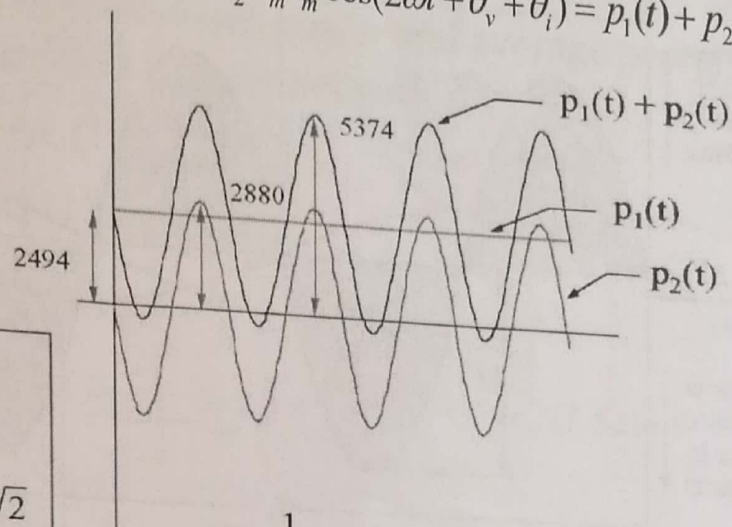
نقطه

ال دائرة
 ال
 $\rightarrow +ve \rightarrow$ ind (consume)
 $\rightarrow -ve \rightarrow$ cap (supply)



Instantaneous Power

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) = p_1(t) + p_2(t)$$



$$\phi_V = 60^\circ$$

$$\phi_I = 30^\circ$$

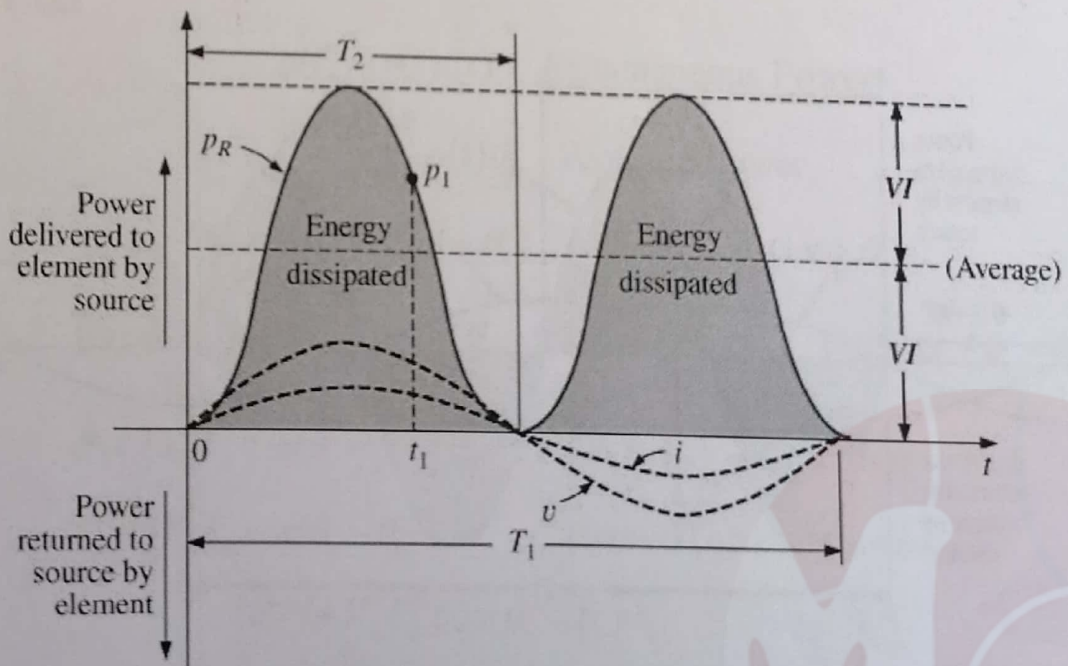
$$V_m = 120\sqrt{2}$$

$$I_m = 24\sqrt{2}$$

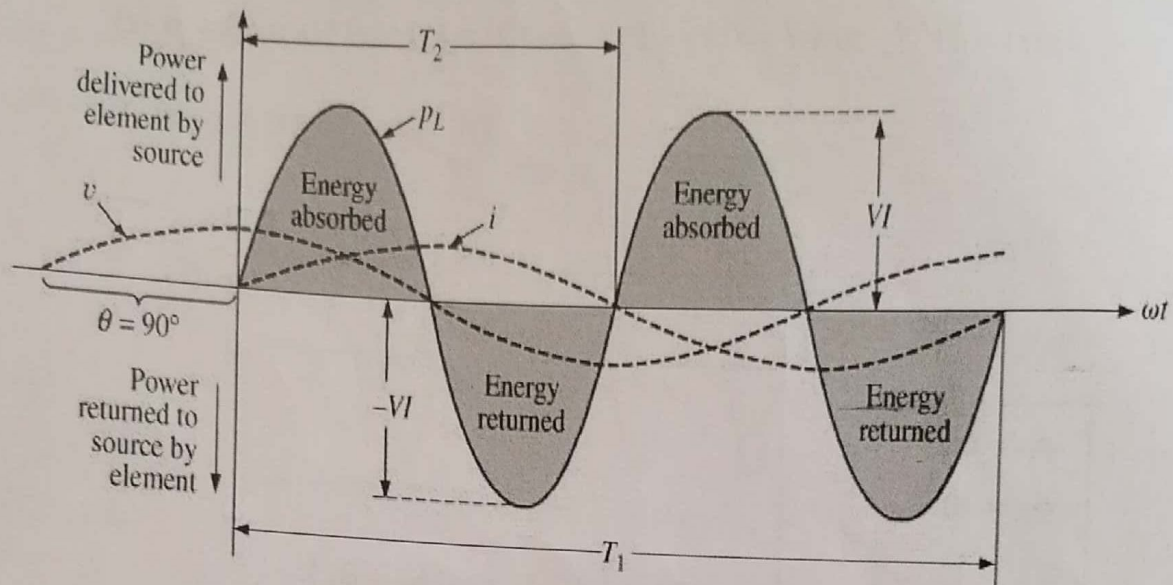
$$p_1(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\phi_V - \phi_I)$$

$$p_2(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \phi_V + \phi_I)$$

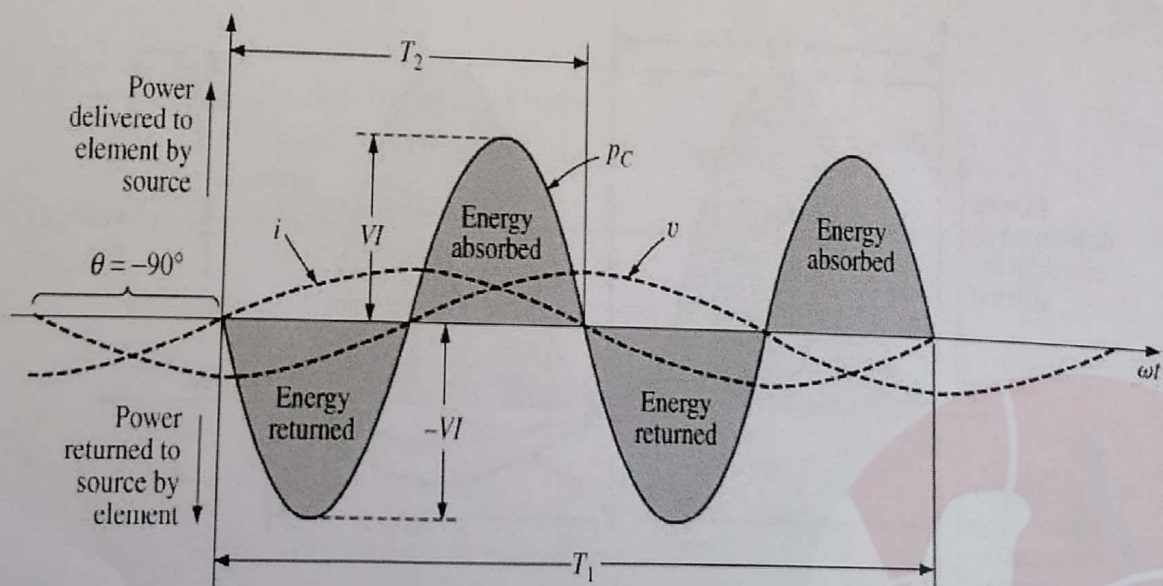
Resistive Circuit and Real Power



Inductive Circuit and Reactive Power



Capacitive Circuit and Reactive Power



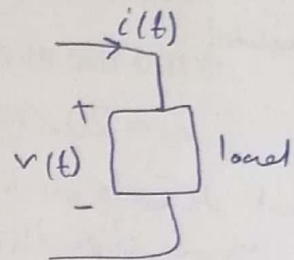
Instantaneous and Average Power

Example:

Calculate the instantaneous power and average power absorbed by a passive linear network if:

$$v(t) = 80 \cos(10t + 20^\circ) \quad \text{rms} = \text{local}$$

$$i(t) = 15 \sin(10t + 60^\circ) \quad \text{cos} \rightarrow 15 \cos(10t - 30^\circ)$$



$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 15 \cdot \cos(20 - (-30)) + \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 15 \cdot \cos(2 \cdot 10t + 20 - 30)$$

$= 50$

Answer: $385.7 + 600 \cos(20t - 10^\circ) \text{ W}, 387.5 \text{ W}$

avg
power

التردد صوته انه لازم تحول الى cos sin

Average Power

➤ The average power P is the average of the instantaneous power over one period.

$$p(t) = v(t)i(t) \quad \text{Instantaneous Power}$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt \quad \text{Average Power}$$

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v) \quad i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) dt + \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) dt$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) \frac{1}{T} \int_0^T dt + \frac{1}{2} V_m I_m \frac{1}{T} \int_0^T \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) dt$$

$$= \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + 0 \quad (\text{Integral of a Sinusoidal} = 0)$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$P = \frac{1}{2} \text{Re}[\mathbf{VI}^*] = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

Average Power

Example: إذا أعطى التيار في صيغة rms لتيار يمتد

A current $I = 10 \angle 30^\circ$ flows through an impedance.

Find the average power delivered to the impedance.

$$Z = 20 \angle -22^\circ \Omega$$

load impedance يعرف سعة الجهد أو load

$-ve \rightarrow$ capacitive load

$$P_{avg} = \frac{1}{2} I_m V_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times (20 \times 8) \cos(-22^\circ) = 927.2 \text{ watt}$$

$$V = IZ = 10 \angle 30^\circ (20 \angle -22^\circ) = 200 \angle 8^\circ \text{ volt}$$

another way: $- P_{avg} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos \theta_z$, we can write V_m w.r.t i

$$V_m \rightarrow V = IZ = I(R + jX)$$

Answer: 927.2W

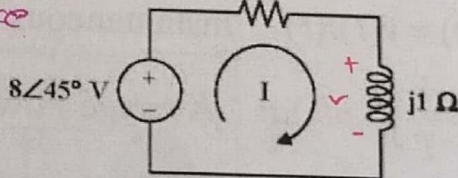
$$V = I_m R \angle \theta_i + I_m X \angle \theta_i + 90^\circ$$

$$P_{avg} = \frac{1}{2} I_m^2 R$$

Average Power

Example: Find the average power absorbed by resistor and inductor. Find the average power supplied by the source

$P_{avg} = \frac{1}{2} I_m^2 R$
= avg P consumed by the resistance



$$I = \frac{8 \angle 45^\circ}{3 + j} = 2.53 \angle 26.57^\circ$$

For the resistor, $I_R = I = 2.53 \angle 26.57^\circ$, $V_R = 3I = 7.59 \angle 26.57^\circ$

$$P_R = \frac{1}{2} V_m I_m = \frac{1}{2} (2.53)(7.59) = 9.6 \text{ W}$$

For the inductor, $I_L = 2.53 \angle 26.57^\circ$, $V_L = jI_L = 2.53 \angle (26.57^\circ + 90^\circ) = 2.53 \angle 116.57^\circ$

$$P_L = \frac{1}{2} (2.53)^2 \cos(90^\circ) = 0 \text{ W}$$

The average power supplied is

$$P = \frac{1}{2} (8)(2.53) \cos(45^\circ - 26.57^\circ) = 9.6 \text{ W}$$

ب) final Q? $Q = \frac{1}{2} (2.53)^2 \times (1) = 3.18 \text{ var}$

c) final S (complex power) supply from the source?

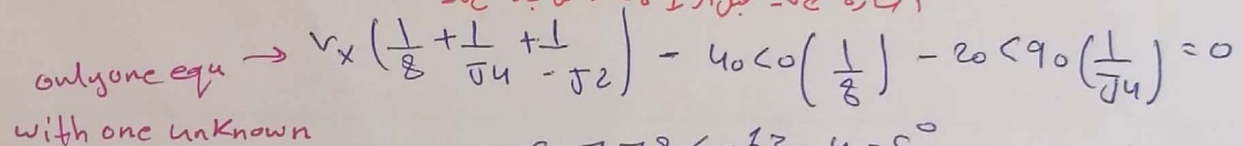
$$S = \frac{1}{2} V I^* = \frac{1}{2} (8 \angle 45^\circ)(2.53 \angle -26.57^\circ)$$

$$S = \frac{1}{2} \times 8 \times (2.53) \angle 45^\circ - 26.57^\circ$$

$$PF = \cos(\theta_r - \theta_i) = 45 - 26.57 \text{ lagging}$$

Inductor $\leftrightarrow 81$

کدام رقم بدل علی نصف الائی ۳۵

$$P_{8\Omega} = \frac{1}{2} I^2 R \quad \leftarrow 8$$


$$v_x = 35.778 \angle -63.435^\circ$$

$$C = \frac{4050 - r_X}{8} \rightarrow \text{from it we solve } P$$

$$P(\psi_0 < 0) = \frac{1}{2} \nu \cdot i \cos(\theta_r - \theta_i)$$

$$P(20 < 90) \Rightarrow \frac{20 < 90 - r_x}{54} \rightarrow P \text{ can be solve}$$

Ex 7:- to obtain p & p_{avg} & p_f we need v & I $\leftarrow$ (Source also)

$$V = 40 \angle 0^\circ \text{ V}_{\text{rms}}$$

to obtain $\bar{E}_q$ we calculate $\bar{E}_q$

$$V = 40 \angle 0^\circ \text{ V}_{\text{rms}}, \quad I = 3.15 \angle -20^\circ$$

$$z = 12.7 < z_0$$

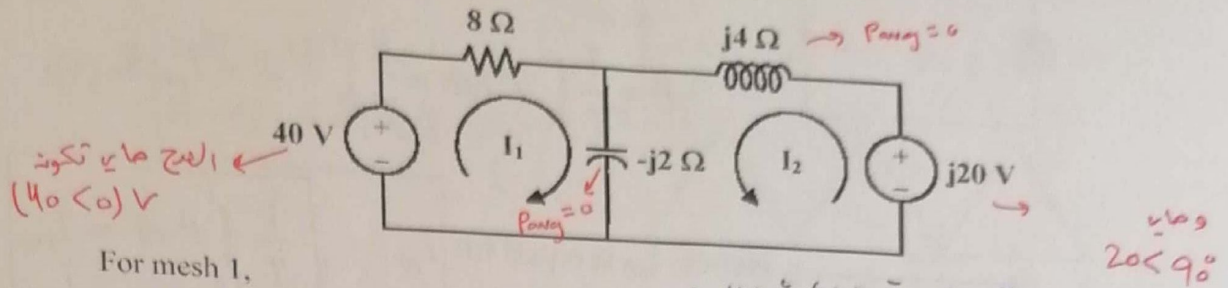
① $PF = \cos(0 - (-20)) = \cos(20)$ lagging

$$\textcircled{2} \quad P_{avg} = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i) \\ = 40(3.15) \cos(20^\circ)$$

$$P_{avg} = 118 \text{ watt}$$

Average Power

Example: Calculate the average power absorbed by each of the five elements in the circuit given.



For mesh 1,

$$\begin{aligned} -40 + (8 - j2)I_1 + (-j2)I_2 &= 0 \\ (4 - j)I_1 - jI_2 &= 20 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{R, C, L مستقل أما الجهد} \\ \text{في دارة غير متصلة} \\ \text{إدال 2 يعطى} \end{aligned} \quad (1)$$

For mesh 2,

$$\begin{aligned} -j20 + (j4 - j2)I_2 + (-j2)I_1 &= 0 \\ -jI_1 + jI_2 &= j10 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{صوت حلال} \\ \text{mesh analysis} \end{aligned} \quad (2)$$

In matrix form,

$$\begin{bmatrix} 4 - j & -j \\ -j & j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ j10 \end{bmatrix}$$

من المطلوب ت ف ب ب طريقة أ حلها بجارته دقة طريقة ال method أو أسهل طريقة

Average Power

$$\Delta = 2 + j4, \quad \Delta_1 = -10 + j20, \quad \Delta_2 = 10 + j60$$

$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = 5 \angle 53.14^\circ \quad \text{and} \quad I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = 13.6 \angle 17.11^\circ$$

For the 40-V voltage source,

$$\begin{aligned} V_s &= 40 \angle 0^\circ, \quad I_1 = 5 \angle 53.14^\circ \\ P_s &= \frac{1}{2} (40)(5) \cos(-53.14^\circ) = \boxed{-60 \text{ W}} \end{aligned}$$

التيار دخل بالسالب
we apply passive convention

For the j20-V voltage source,

$$\begin{aligned} V_s &= 20 \angle 90^\circ, \quad I_2 = 13.6 \angle 17.11^\circ \\ P_s &= \frac{1}{2} (20)(13.6) \cos(90^\circ - 17.11^\circ) = \boxed{-40 \text{ W}} \end{aligned}$$

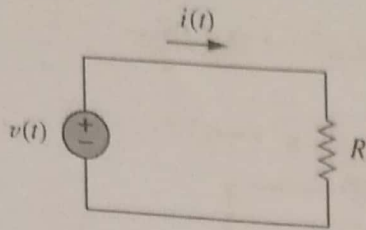
For the resistor,

$$\begin{aligned} I &= |I_1| = 5, \quad V = 8 |I_1| = 40 \\ P &= \frac{1}{2} (40)(5) = \boxed{100 \text{ W}} \end{aligned}$$

= 1/2 (5)^2 (8) = 100 watt

The average power absorbed by the inductor and capacitor is zero watts.

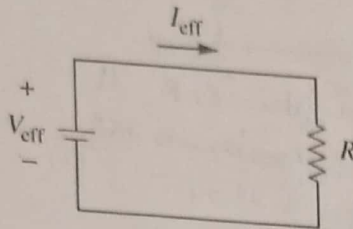
Effective or RMS Value



a) AC circuit

The total power dissipated by R is given by:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 R dt = \frac{R}{T} \int_0^T i^2 dt = I_{rms}^2 R$$



b) DC circuit

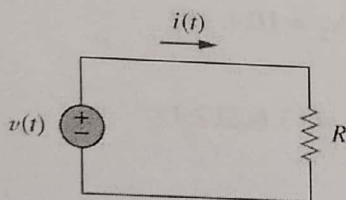
Hence, I_{eff} is equal to:

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = I_{rms}$$

The rms value is a constant itself which depending on the shape of the function $i(t)$.

➤ The **EFFECTIVE** Value or the Root Mean Square (RMS) value of a periodic current is the DC value that delivers the same average power to a resistor as the periodic current.

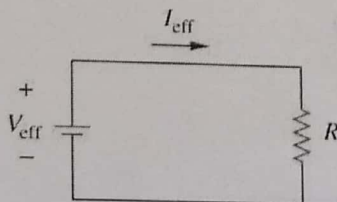
Effective or RMS Value



a) AC circuit

The rms value of a sinusoid $i(t) = I_m \cos(\omega t)$ is given by:

$$I_{Rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \cos^2 \omega t dt} = \sqrt{\frac{I_m^2}{T} \int_0^T \frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega t) dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$



b) DC circuit

The average power can be written in terms of the rms values:

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

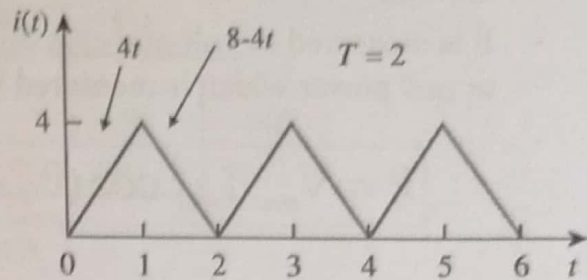
➤ The average power for resistive loads using the (RMS) value is:

$$P_R = I_{Rms}^2 R = \frac{V_{Rms}^2}{R}$$

RMS Value

➤ **Example:** Find the RMS value of the current waveform. Calculate the average power if the current is applied to a $9\ \Omega$ resistor.

$$i(t) = \begin{cases} 4t & 0 < t < 1 \\ 8-4t & 1 < t < 2 \end{cases}$$



$$I_{rms}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt = \frac{1}{2} \left[\int_0^1 (4t)^2 dt + \int_1^2 (8-4t)^2 dt \right]$$

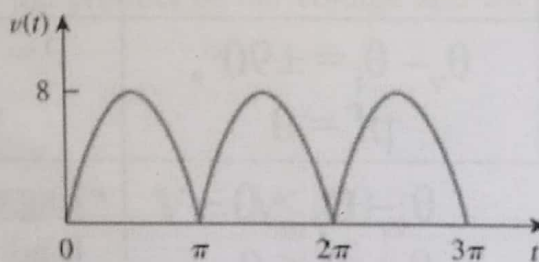
$$I_{rms}^2 = \frac{16}{2} \left[\int_0^1 t^2 dt + \int_1^2 (4-4t+t^2) dt \right] \quad I_{rms}^2 = 8 \left[\frac{1}{3} + \left(4t - 2t^2 + \frac{t^3}{3} \right) \Big|_1^2 \right] = \frac{16}{3}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{16}{3}} = 2.309\text{A}$$

$$P = I_{rms}^2 R = \left(\frac{16}{3} \right) (9) = 48\text{W}$$

RMS Value

➤ **Example:** Find the RMS value of the full-wave rectified sine wave. Calculate the average power dissipated in a $6\ \Omega$ resistor.



$$T = \pi, \quad v(t) = 8 \sin(t), \quad 0 < t < \pi$$

$$V_{\text{enf}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi (8 \sin(t))^2 dt \quad V_{\text{enf}}^2 = \frac{64}{\pi} \int_0^\pi \frac{1}{2} [1 - \cos(2t)] dt = 32$$

$$V_{\text{enf}} = \underline{5.657\text{ V}}$$

$$P = \frac{V_{\text{enf}}^2}{R} = \frac{32}{6} = \underline{5.333\text{ W}}$$

Apparent Power and Power Factor

- Apparent Power, S , is the product of the r.m.s. values of voltage and current.
- It is measured in volt-amperes or VA to distinguish it from the average or real power which is measured in watts.

$$P = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i) = S \cos(\theta_v - \theta_i)$$

Apparent Power, S

Power Factor, pf

- Power factor is the cosine of the phase difference between the voltage and current. It is also the cosine of the angle of the load impedance.

Apparent Power and Power Factor

Purely resistive load (R)	$\theta_v - \theta_i = 0, \text{ Pf} = 1$	$P/S = 1$, all power are consumed
Purely reactive load (L or C)	$\theta_v - \theta_i = \pm 90^\circ, \text{ pf} = 0$	$P = 0$, no real power consumption
Resistive and reactive load (R and L/C)	$\theta_v - \theta_i > 0$ $\theta_v - \theta_i < 0$	• <u>Lagging</u> - inductive load • <u>Leading</u> - capacitive load

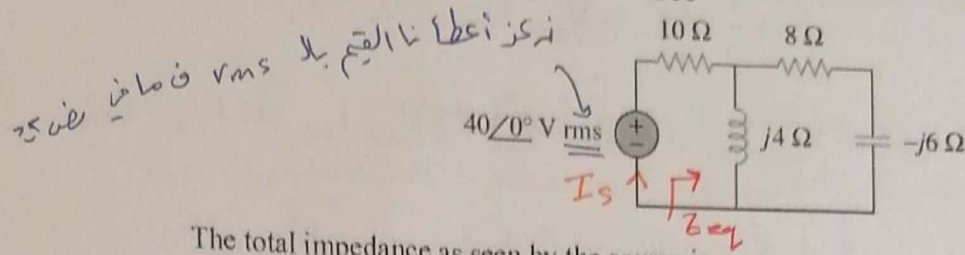
$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = V_{Rms} I_{Rms} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$pf = \frac{P}{S} = \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$S = \frac{1}{2} V_m I_m = V_{Rms} I_{Rms}$$

Power Factor

Example: Calculate the power factor seen by the source and the average power supplied by the source



The total impedance as seen by the source is

$$Z = 10 + j4 \parallel (8 - j6) = 10 + \frac{(j4)(8 - j6)}{8 - j2} \quad Z = 12.69 \angle 20.62^\circ$$

The power factor is

$$pf = \cos(20.62^\circ) = 0.936 \text{ (lagging)}$$

total impedance

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z} = \frac{40 \angle 0^\circ}{12.69 \angle 20.62^\circ} = 3.152 \angle -20.62^\circ$$

صا ر عشی تیار د جهه بقدر اول

The average power supplied by the source is equal to the power absorbed by the load.

for equivalent Z

$$P = I_{rms}^2 R = (3.152)^2 (11.88) = 118 \text{ W}$$

In rectangular form

$$P = V_{rms} I_{rms} pf = (40)(3.152)(0.936) = 118 \text{ W}$$

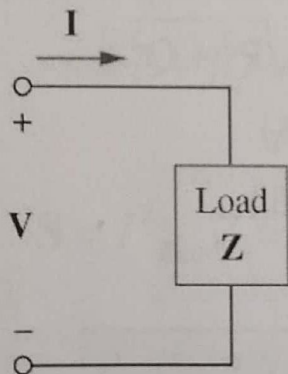
۲۵

۲۵

Complex Power

➤ The **COMPLEX** Power **S** contains all the information pertaining to the power absorbed by a given load.

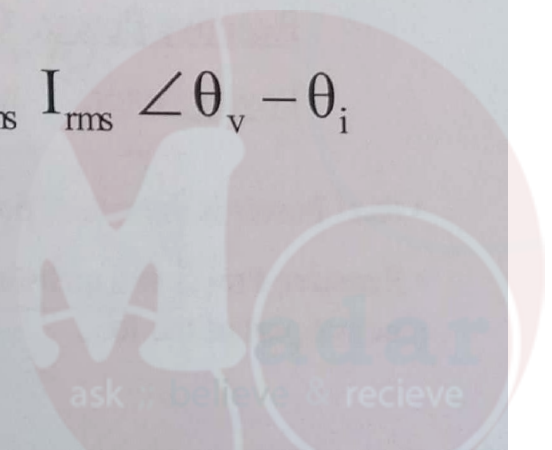
➤ Complex power **S** is the product of the voltage and the complex conjugate of the current:



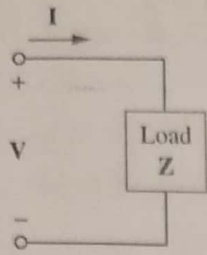
$$V = V_m \angle \theta_v$$

$$I = I_m \angle \theta_i$$

$$\frac{1}{2} V I^* = V_{rms} I_{rms} \angle \theta_v - \theta_i$$



Complex Power



$$S = \frac{1}{2} V I^* = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \angle \theta_v - \theta_i$$

$$\Rightarrow S = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos(\theta_v - \theta_i) + j V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \sin(\theta_v - \theta_i)$$

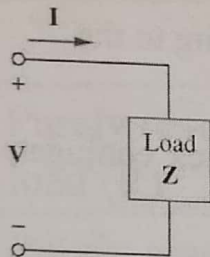
$$S = P + j Q$$

P: is the average power in watts delivered to a load and it is the only useful power.

Q: is the reactive power exchange between the source and the reactive part of the load. It is measured in VAR.

- $Q = 0$ for *resistive loads* (unity pf).
- $Q < 0$ for *capacitive loads* (leading pf).
- $Q > 0$ for *inductive loads* (lagging pf).

Complex Power



$$\Rightarrow S = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos(\theta_v - \theta_i) + j V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \sin(\theta_v - \theta_i)$$

$$S = P + j Q$$

Apparent Power, $S = |S| = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Real power, $P = \text{Re}(S) = S \cos(\theta_v - \theta_i)$

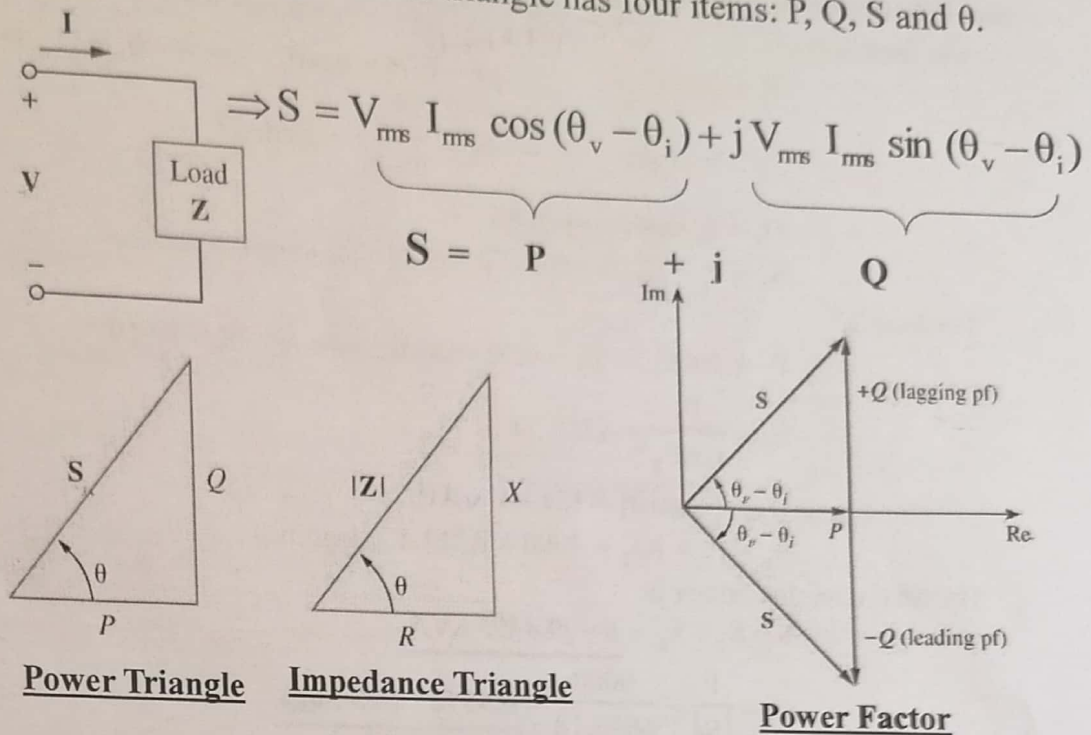
Reactive Power, $Q = \text{Im}(S) = S \sin(\theta_v - \theta_i)$

Power factor, $\text{pf} = P/S = \cos(\theta_v - \theta_i)$

- Real Power is the actual power dissipated by the load.
- Reactive Power is a measure of the energy exchange between source and reactive part of the load.

Complex Power

➤ The COMPLEX Power is represented by the POWER TRIANGLE similar to IMPEDANCE TRIANGLE. Power triangle has four items: P, Q, S and θ .



Real and Reactive Powers

- The **REAL Power** is the only useful power delivered to the load.
- The **REACTIVE Power** represents the energy exchange between the source and reactive part of the load. It is being transferred back and forth between the load and the source
- The unit of Q is volt-ampere reactive (VAR)

$$S = P + jQ = \text{Re}\{S\} + j \text{Im}\{S\}$$

= Real Power + Reactive Power

$$S = I_{Rms}^2 Z = I_{Rms}^2 (R + jX) = P + jQ$$

$$P = V_{Rms} I_{Rms} \cos(\theta_v - \theta_i) = \text{Re}\{S\} = I_{Rms}^2 R$$

$$Q = V_{Rms} I_{Rms} \sin(\theta_v - \theta_i) = \text{Im}\{S\} = I_{Rms}^2 X$$

Complex Power

Example: Two loads are connected in parallel. Load 1 has 2 kW, $\text{pf}=0.75$ leading and Load 2 has 4 kW, $\text{pf}=0.95$ lagging. Calculate the pf of two loads and the complex power supplied by the source.

For load 1,

$$P_1 = 2000, \quad \text{pf} = 0.75 = \cos\theta_1 \longrightarrow \theta_1 = -41.41^\circ$$

$$P_1 = S_1 \cos\theta_1 \longrightarrow S_1 = \frac{P_1}{\cos\theta_1} = 2666.67$$

$$Q_1 = S_1 \sin\theta_1 = -176.85$$

$$S_1 = P_1 + jQ_1 = 2000 - j176.85 \quad (\text{leading})$$

For load 2,

$$P_2 = 4000, \quad \text{pf} = 0.95 = \cos\theta_2 \longrightarrow \theta_2 = 18.19^\circ$$

$$S_2 = \frac{P_2}{\cos\theta_2} = 4210.53$$

$$Q_2 = S_2 \sin\theta_2 = 1314.4 \text{ VAR}$$

$$S_2 = P_2 + jQ_2 = 4000 + j1314.4 \quad (\text{lagging})$$

The total complex power is

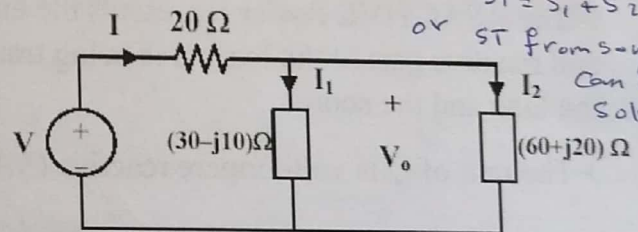
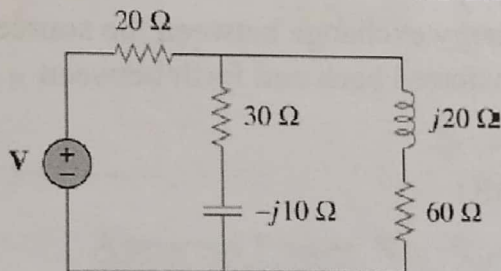
$$S = S_1 + S_2 = 6 - j0.4495 \text{ kVA}$$

$$\text{pf} = \frac{P}{|S|} = \frac{6000}{6016.18} = 0.9972 \quad (\text{leading})$$

27

Complex Power

Example: The 60Ω resistor absorbs 240 Watt of average power. Calculate V and the complex power of each branch. What is the total complex power?



$$P = I_2^2 R \longrightarrow I_2^2 = \frac{P}{R} = \frac{240}{60} = 4 \quad I_2 = 2 \text{ (rms)}$$

$$V_o = I_2 (60 + j20) = 120 + j40$$

$$I_1 = \frac{V_o}{30 - j10} = 3.2 + j2.4 \quad I = I_1 + I_2 = 5.2 + j2.4$$

$$V = 20I + V_o = (104 + j48) + (120 + j40)$$

$$V = 224 + j88 = 240.67 \angle 21.45^\circ \text{ (rms)} \quad V = 224 + j88 = 240.67 \angle 21.45^\circ \text{ (rms)}$$

28

Summary

A.C Power

① $p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

Watt (Inst. Power) $V_m \times \theta_v$ $\rightarrow$ vary with time θ_i $\rightarrow$ Const

② $P_{avg} = \text{Active} = \text{Real power} = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

$P_{avg} = |V_{rms}| |I_{rms}| \cos(\theta_v - \theta_i)$

$P_{avg} = \frac{1}{2} I_m^2 R$ $\leftarrow$ always +ve
 $= I_{rms}^2 R$ (In rms)
 voltage magnitude
 in rectangular form

③ $Q = \text{reactive power} = \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i) \text{ (VAR)}$

$= V_{rms} I_{rms} \sin(\theta_v - \theta_i)$

$\Rightarrow \pm I_{rms}^2 X$
 Ind +ve i lags
 Cap -ve i leads

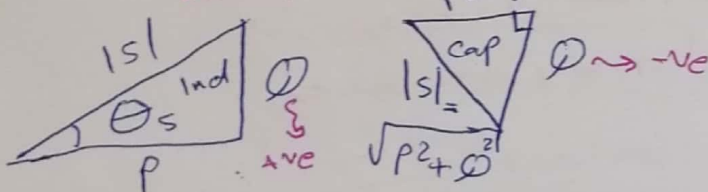
④ complex power = $\vec{S} \text{ (V.A)} = |S| \angle \theta_s$ (In polar form)

$|S| = \text{Apparent power} = \frac{1}{2} V_m I_m$

$\theta_s = \theta_v - \theta_i = \theta_Z$, $\vec{S} = \vec{V}_{rms} \vec{I}_{rms}^*$

$\vec{S} = P_{avg} + jQ$ (In rectangular form) $I_{rms} = I_{tot}$

power triangle have 2 cases:- either:



منه 2 جوف ال 2 الباقيات

$\theta_s = \tan^{-1} \left(\frac{Q}{P} \right)$

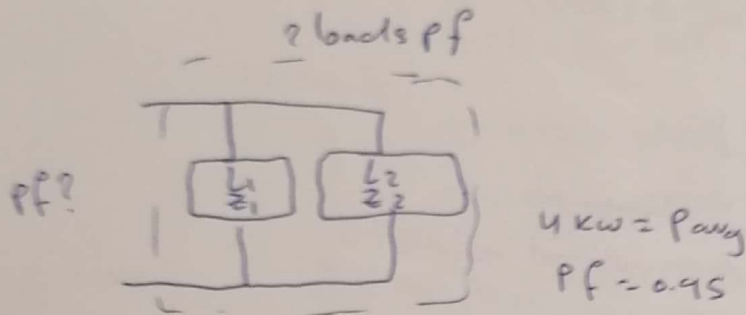
⑤ Power factor PF

$$PF = \frac{P_{avg}}{|S|} = \cos(\theta_v - \theta_i) \left\{ \begin{array}{l} \text{if lags } v \rightarrow \text{ind} \\ \cos(\theta_s) \\ \text{if lead } v \rightarrow \text{cap} \\ \cos(\theta_z) \end{array} \right\}$$
 i reference

Handwritten notes:

- دولتہ اور (load)
- Reference

Ex from AC power slides (slide 27)



$$I_{\text{load}} = P_{\text{avg}} = 2 \text{ Kw} \quad \text{cooling} = \cos \theta_s$$

$$\Theta_s = -\cos^{-1} pf$$

كلاً من شوق قيمة وزارية مروح
عالمات

(a) $p f_T$

(b) ST

a) load

$$\vec{S}_T = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$$

$$= p_1 + \overline{\sigma} \phi_1 + p_2 + \overline{\sigma} \phi_2 \rightsquigarrow$$

$$I_{\text{cm}}(-41, 41) = + \frac{Q_1}{P}$$

$$Q_1 = \tan^{-1}(-41.4)(2K)$$

$$Q_1 = -174 \text{ KVAR}$$

لا زرع طلع $\rightarrow -1776.3$

 $\phi_2 = 4k + I_{max}(18.2) = +1314 \text{ VAR}$

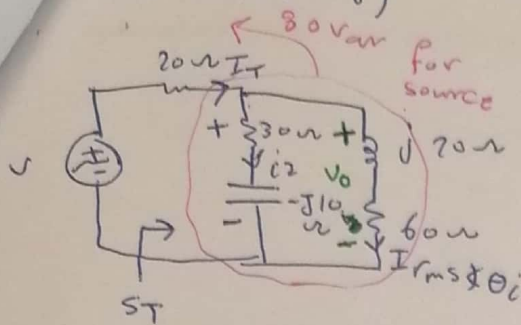
Q12 $\cos^{-1}(0.95) = 18.2$

$$ST = 2000 - 0.1776.3 + 4000.01314$$

15) $\textcircled{E_s}$ $ST = 6000 - 7450$

$\rightarrow$ tot (for 2)
 $\text{pf} = \cos \theta_s$ leading
 $\text{pf} = 0.9971$ leading

عنوان آیین ال Θ_5 متعلق به المرحله الامور احوال عامه ل. بهاء مناد



$$I_{r,s} = I_{t,t}$$

$$(3 < 30)^+ \rightarrow (3 < -30)$$

$$P_{60\Omega} = 240 \text{ watt} = |I_{rms}|^2 R$$

$$|I_{rms}| = \left(\frac{2u_0}{G_0} \right)^{\frac{1}{2}} = 2 A_{rms} \quad \leftarrow \text{use } \angle \ominus i = 0$$

$$v_0 = (2 \times 10)(\sqrt{20} + 60) =$$

$$V_0 = 120 + 0.40$$

$$V_0 = N(30\text{ n} - 710\text{ n})$$

$$I_2 = \frac{120 + j40}{30 - j10} = 3.2 + j2.4 \text{ A}$$

$$C_T = C_1 + C_T = 2 + 3 \cdot 2 + J_{2.4} = 5 \cdot 2 + J_{2.4}$$

$$KVL: -V + (5.2 + j2.4) I_0 + 120 + j40 = 0$$

$$V = 224 + j 88$$

$$= 24.67 < 21.45^\circ$$

for ST $\rightarrow$

$$S_1 = V_{\text{eff}} I_{\text{rms}} \rightarrow S_1 = (120 + j40)(250)^*$$

$$S_1 = 240 + j80 \text{ VA}$$

$$S_2 = \frac{(120 + j40)(3.2 + j2.4)}{(30 - j10)(120 + j40)(3.2 - j2.4)}$$

$$S_2 = 480 - J 160$$

$$S_3 = \overset{\text{comp}}{I^2} \underset{\text{tot}}{R} = (5.73)^2 (20)$$

$$ST = S_1 + S_2 + S_3$$

تقریباً S_1 الی S_1 کے لیے

$$S_1 = \underbrace{(2)^2 \cdot 60}_{\text{for } R} + \underbrace{(2)^2 \cdot 20}_{\text{for } T \cdot 20}$$

ب. إذا كان v_0 جزءاً من v_0 -

اذا كان بعد ST فقط

ص ۱۱ و قرا جبه

منها عشرة: $a, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$

(branch) 11 cells 2 gm)

if ST only

$$ST = V \cdot I^2$$

$$= (241 \times 21.5)(5.73 \times -24.8)$$

$$= 1376 - 580 \text{ V}$$

کاپی ۸۵ - می عمیقہ ال VAR ای ال capacitor زودما
لا Valve و ما ا حد الکلی لانه عین ال Voltage ما عمل

Complex Power

For the 20- Ω resistor,

$$\mathbf{V} = 20\mathbf{I} = 204 + j48 = 114.54 \angle 24.8^\circ$$

$$\mathbf{I} = 5.2 + j2.4 = 5.727 \angle 24.8^\circ$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{V}\mathbf{I}^* = (114.54 \angle 24.8^\circ)(5.727 \angle -24.8^\circ) \quad \mathbf{S} = \underline{\underline{656 \text{ VA}}}$$

For the $(30 - j10)\text{-}\Omega$ impedance,

$$\mathbf{V}_o = 120 + j40 = 126.5 \angle 18.43^\circ$$

$$\mathbf{I}_1 = 3.2 + j2.4 = 4 \angle 36.87^\circ$$

$$\mathbf{S}_1 = \mathbf{V}_o \mathbf{I}_1^* = (126.5 \angle 18.43^\circ)(4 \angle -36.87^\circ) \quad \mathbf{S}_1 = 506 \angle -18.44^\circ = \underline{\underline{480 - j160 \text{ VA}}}$$

For the $(60 + j20)\text{-}\Omega$ impedance, $\mathbf{I}_2 = 2 \angle 0^\circ$

$$\mathbf{S}_2 = \mathbf{V}_o \mathbf{I}_2^* = (126.5 \angle 18.43^\circ)(2 \angle -0^\circ) \quad \mathbf{S}_2 = 253 \angle 18.43^\circ = \underline{\underline{240 + j80 \text{ VA}}}$$

The overall complex power supplied by the source is

$$\mathbf{S}_T = \mathbf{V}\mathbf{I}^* = (240.67 \angle 21.45^\circ)(5.727 \angle -24.8^\circ)$$

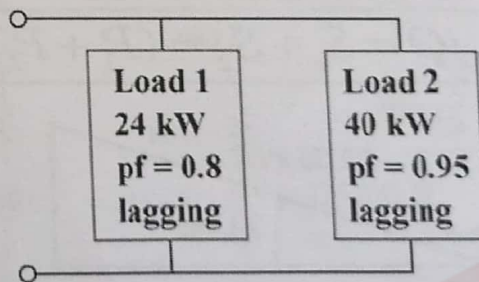
$$\mathbf{S}_T = 1378.3 \angle -3.35^\circ = \underline{\underline{1376 - j80 \text{ VA}}}$$

29

Complex Power

Example: A 120-V_{rms} 60-Hz source supplies two loads connected in parallel, as shown below.

- Find the power factor of the parallel combination.
- Calculate the value of the capacitance connected in parallel that will raise the power factor to unity.



Solution:

Chapter 11, Solution 74.

$$(a) \quad \theta_1 = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ \quad \mathbf{S}_1 = \frac{P_1}{\cos \theta_1} = \frac{24}{0.8} = 30 \text{ kVA}$$

$$\mathbf{Q}_1 = \mathbf{S}_1 \sin \theta_1 = (30)(0.6) = 18 \text{ kVAR} \quad \mathbf{S}_1 = 24 + j18 \text{ kVA}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}(0.95) = 18.19^\circ \quad \mathbf{S}_2 = \frac{P_2}{\cos \theta_2} = \frac{40}{0.95} = 42.105 \text{ kVA}$$

$$\mathbf{Q}_2 = \mathbf{S}_2 \sin \theta_2 = 13.144 \text{ kVAR} \quad \mathbf{S}_2 = 40 + j13.144 \text{ kVA}$$

30

(a)

$$\theta_1 = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ \quad S_1 = \frac{P_1}{\cos \theta_1} = \frac{24}{0.8} = 30 \text{ kVA}$$

$$Q_1 = S_1 \sin \theta_1 = (30)(0.6) = 18 \text{ kVAR} \quad S_1 = 24 + j18 \text{ kVA}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}(0.95) = 18.19^\circ \quad S_2 = \frac{P_2}{\cos \theta_2} = \frac{40}{0.95} = 42.105 \text{ kVA}$$

$$Q_2 = S_2 \sin \theta_2 = 13.144 \text{ kVAR} \quad S_2 = 40 + j13.144 \text{ kVA}$$

$$S = S_1 + S_2 = 64 + j31.144 \text{ kVA}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{31.144}{64}\right) = 25.95^\circ \quad \text{pf} = \cos \theta = \underline{0.8992 \text{ (lagging)}}$$

(b)

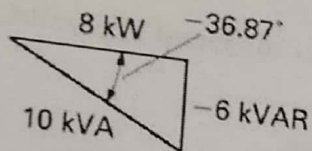
$$\theta_2 = 25.95^\circ, \quad \theta_1 = 0^\circ$$

$$Q_c = P[\tan \theta_2 - \tan \theta_1] = 64[\tan(25.95^\circ) - 0] = 31.144 \text{ kVAR}$$

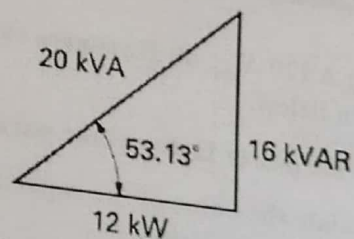
$$C = \frac{Q_c}{\omega V_{\text{rms}}^2} = \frac{31.144}{(2\pi)(60)(120)^2} = \underline{5.74 \text{ mF}}$$

31

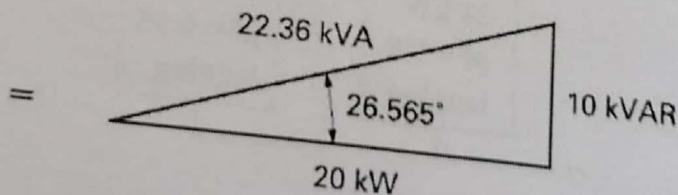
Use of Power Triangles



+

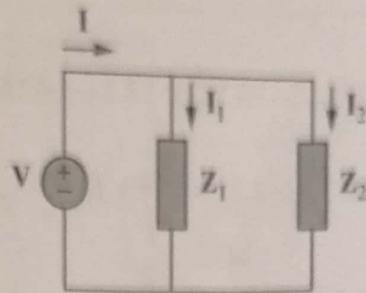


$$S = P + jQ = S_1 + S_2 = (P_1 + P_2) + j(Q_1 + Q_2)$$

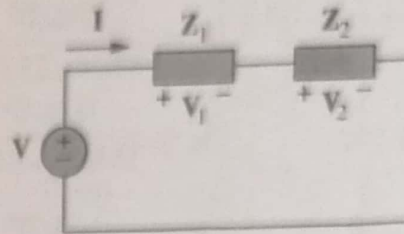


Conservation of AC Power

➤ The complex real, and reactive powers of the sources equal the respective sums of the complex, real, and reactive powers of the individual loads.



(a)



(b)

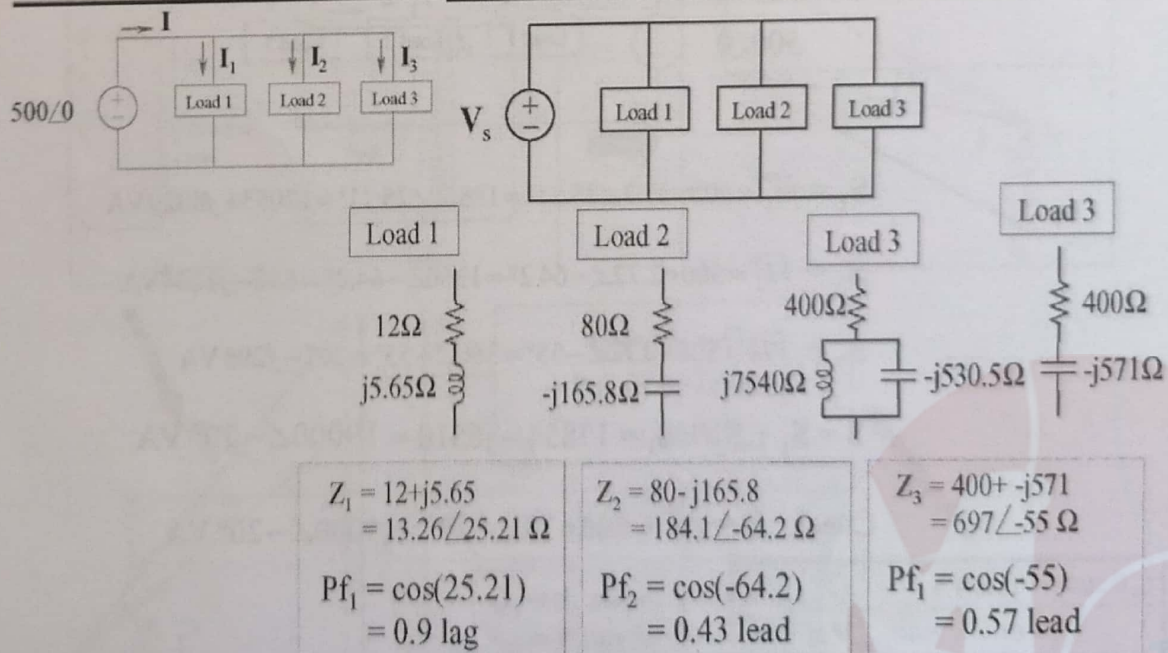
For parallel or series connection:

$$S = V_1 I_1^* + V_2 I_2^* + \dots + V_N I_N^*$$

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_N$$

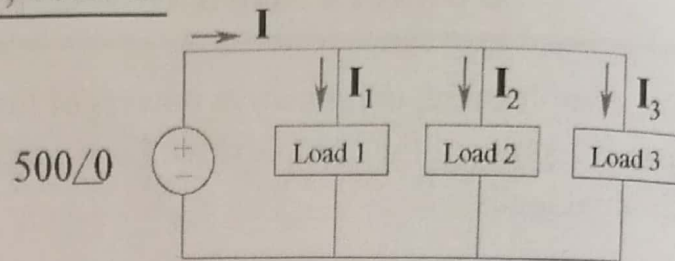
33

Example of Complex Power Balance



34

Example, cont'd



$$I_1 = \frac{500\angle 0^\circ}{13.26\angle 25.21^\circ} = 37.7\angle -25.21^\circ = 34.11 - j16.06$$

$$I_2 = \frac{500\angle 0^\circ}{184.1\angle -64.2^\circ} = 2.72\angle 64.2^\circ = 1.18 + j2.45$$

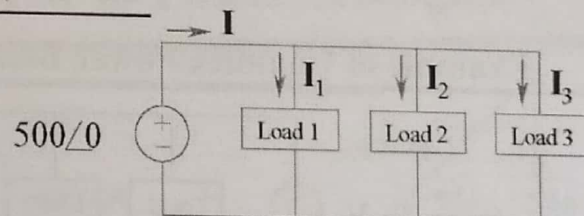
$$I_3 = \frac{500\angle 0^\circ}{697\angle -55^\circ} = 0.72\angle 55^\circ = 0.41 + j0.59$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 35.7 - j13.02 = 38\angle -20^\circ A$$

$$\text{Combined Pf} = \cos(20) = 0.94 \text{ lag}$$

35

Example, cont'd



$$S_1 = \hat{V}I_1^* = 500 \cdot 37.7\angle 25.21^\circ = 18850\angle 25.21^\circ = 17055 + j8029 \text{ VA}$$

$$S_2 = \hat{V}I_2^* = 500 \cdot 2.72\angle -64.2^\circ = 1360\angle -64.2^\circ = 592 - j1224 \text{ VA}$$

$$S_3 = \hat{V}I_3^* = 500 \cdot 0.72\angle -55^\circ = 360\angle -55^\circ = 207 - j295 \text{ VA}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 17854 - j6510 = 19000\angle -20^\circ \text{ VA}$$

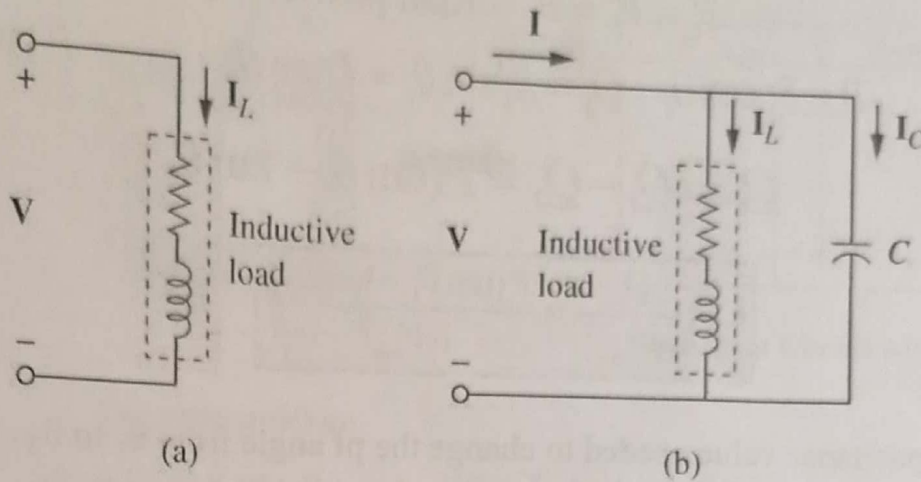
$$\text{Check: } S = \hat{V}I^* = 500 \cdot 38\angle -20^\circ = 19000\angle -20^\circ \text{ VA}$$

Complex power is Conserved

36

Power Factor Correction

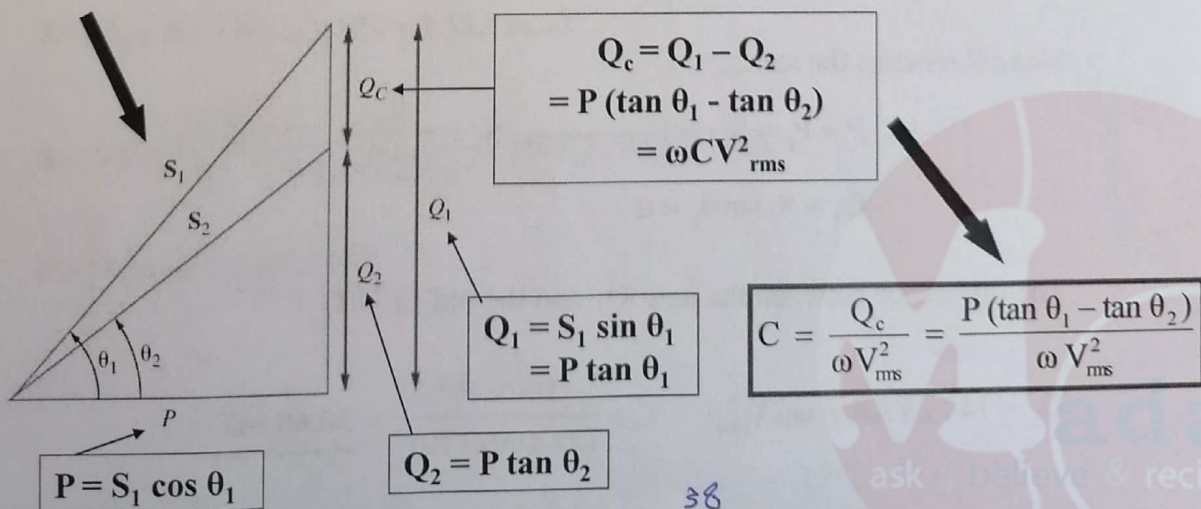
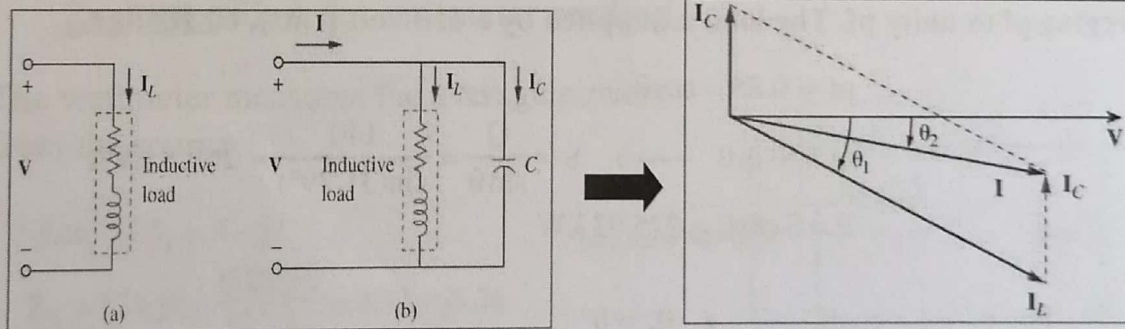
Power factor correction is the process of increasing the power factor without altering the voltage or current to the original load.



Power factor correction is necessary for economic reason.

37

Power Factor Correction



38

Power Factor Correction

➤ The process of increasing the power factor without altering the voltage or current to the original load is called power factor correction.

$$P_1 = P_2 = P \quad \text{Real power stays same}$$

$$P = S_1 \cos \theta_1 \quad Q_1 = S_1 \sin \theta_1 = P \tan \theta_1 \quad Q_2 = P \tan \theta_2$$

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

$$C = \frac{Q_C}{\omega V_{rms}^2} = \frac{P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)}{\omega V_{rms}^2}$$

- The capacitance value needed to change the pf angle from θ_1 to θ_2 .
- Similarly the inductance value needed to change the pf angle from θ_1 to θ_2 for a capacitive load.

$$L = \frac{V_{rms}^2}{\omega Q_L}$$

39

Power Factor Correction

Example: Find the value of the capacitance needed to correct a load of 140 kVAR at 0.85 lagging pf to unity pf. The load is supplied by a 110 Volt (rms), 60 Hz line.

$$\text{pf} = 0.85 = \cos \theta \longrightarrow \theta = 31.79^\circ$$

$$Q = S \sin \theta \longrightarrow S = \frac{Q}{\sin \theta} = \frac{140}{\sin(31.79^\circ)} = 265.8 \text{ kVA}$$

$$P = S \cos \theta = 225.93 \text{ kW}$$

$$\text{For pf} = 1 = \cos \theta_1 \longrightarrow \theta_1 = 0^\circ$$

Since P remains the same,

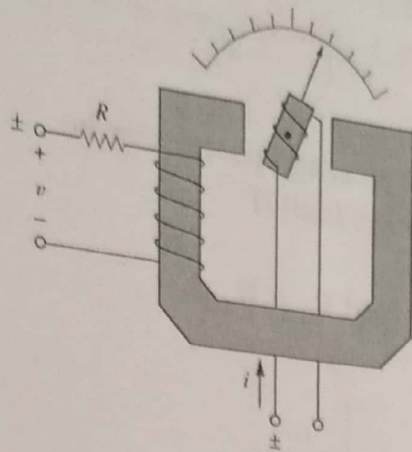
$$P = P_1 = S_1 \cos \theta_1 \longrightarrow S_1 = \frac{P_1}{\cos \theta_1} = 225.93$$

$$Q_1 = S_1 \sin \theta_1 = 0$$

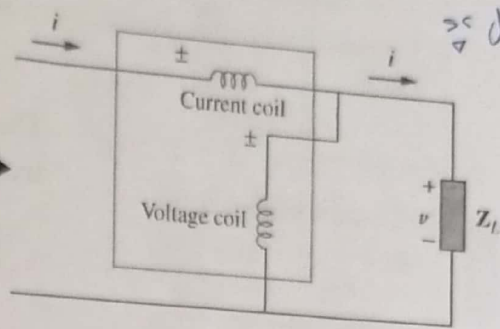
The difference between the new Q_1 and the old Q is Q_c .

$$Q_c = 140 \text{ kVAR} = \omega C V_{rms}^2 \quad C = \frac{140 \times 10^3}{(2\pi)(60)(110)^2} = 30.69 \text{ mF}$$

Power Measurement
The wattmeter is the instrument for measuring the average power. Two coils are used, the high impedance Voltage coil and the low impedance Current coil.



The basic structure



Equivalent Circuit with load

If $v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v)$ and $i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i)$

Wattmeter measures the average power given by:

$$P = |V_{rms}| |I_{rms}| \cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

41

Power Measurement

مثال داخل 35

Example: Find the wattmeter reading

The wattmeter measures the average power from the source

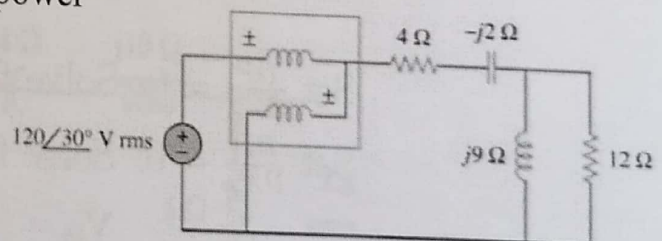
$$\text{Let } Z_1 = 4 - j2$$

$$Z_2 = 12 \parallel j9 = \frac{(12)(j9)}{12 + j9} = 4.32 + j5.76$$

$$Z = Z_1 + Z_2 = 8.32 + j3.76 = 9.13 \angle 24.32^\circ$$

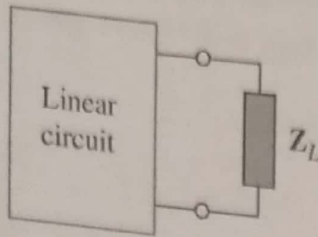
$$S = VI^* = \frac{|V|^2}{Z^*} = \frac{(120)^2}{9.13 \angle -24.32^\circ} = 1577.2 \angle 24.32^\circ \text{ kVA}$$

$$P = |S| \cos \theta = \underline{1437.2 \text{ kW}}$$



42

Maximum Average Power Transfer

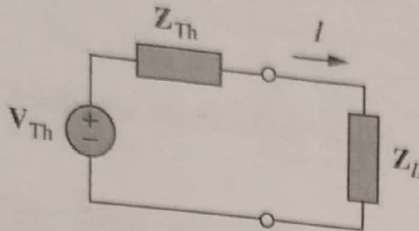


$$Z_{TH} = R_{TH} + jX_{TH}$$

$$Z_L = R_L + jX_L$$

a) Circuit with a load

The maximum average power can be transferred to the load if



$$X_L = -X_{TH} \text{ and } R_L = R_{TH}$$

$$P_{max} = \frac{|V_{TH}|^2}{8 R_{TH}}$$

b) Thevenin Equivalent circuit

If the load is purely real, then $R_L = \sqrt{R_{TH}^2 + X_{TH}^2} = |Z_{TH}|$

$$Z_L = R_{TH} - jX_{TH} = Z_{TH}^*$$

Maximum Average Power Transfer

- Write the expression for average power associated with Z_L : $P(Z_L)$.

$$Z_L = R_L + jX_L$$

$$\text{Set } \frac{\partial P}{\partial R_L} = 0: \text{ Solve for } R_L$$

$$\text{Set } \frac{\partial P}{\partial X_L} = 0: \text{ Solve for } X_L$$

$$I = \frac{V_{th}}{Z_L + Z_{Th}} = I_m \angle \theta_i$$

$$I_m = \frac{|V_{Th}|}{\sqrt{[(R_L + R_{Th})^2 + (X_L + X_{Th})^2]}}$$

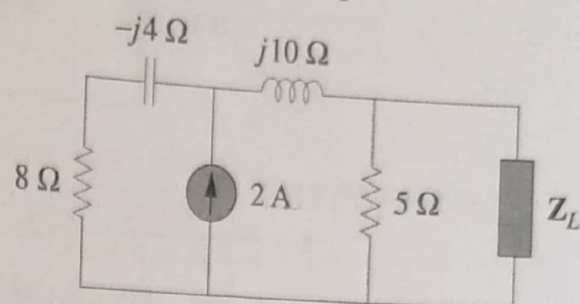
$$P = \frac{I_m^2 R_L}{2} = \frac{|V_{Th}|^2 R_L / 2}{(R_L + R_{Th})^2 + (X_L + X_{Th})^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial X_L} = 0 \rightarrow \boxed{X_L = -X_{Th}} \quad \frac{\partial P}{\partial R_L} = 0 \rightarrow \boxed{R_L = R_{Th}}$$

Maximum Average Power Transfer

Example:

For the circuit shown below, find the load impedance Z_L that absorbs the maximum average power. Calculate that maximum average power.



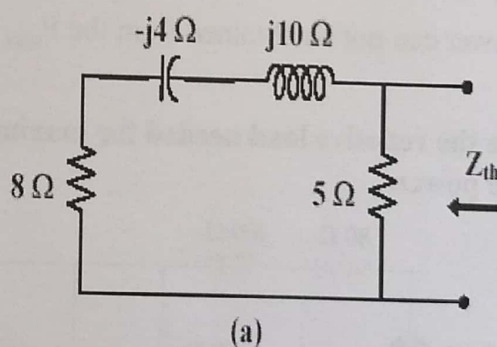
Answer:

$$Z_L = 3.415 - j0.7317 \Omega$$

$$P_{\max} = 1.429 \text{ W}$$

Maximum Average Power Transfer

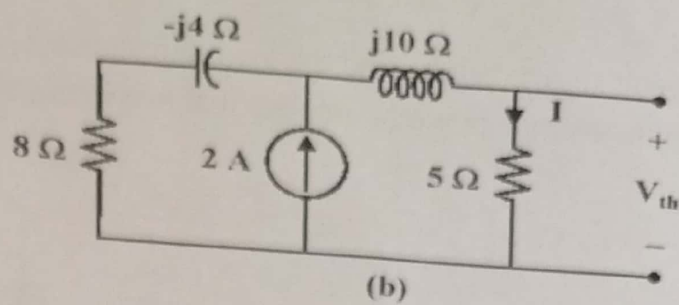
Solution: We first obtain the Thevenin equivalent circuit across Z_L . Z_{Th} is obtained from the circuit in Fig. (a).



$$Z_{Th} = 5 \parallel (8 - j4 + j10) = \frac{(5)(8 + j6)}{13 + j6} = 3.415 + j0.7317$$

Maximum Average Power Transfer

V_{Th} is obtained from the circuit in Fig. (b).



By current division,

$$I = \frac{8 - j4}{8 - j4 + j10 + 5} (2)$$

$$V_{Th} = 5I = \frac{(10)(8 - j4)}{13 + j6} = 6.25 \angle -51.34^\circ$$

$$Z_L = Z_{Th}^* = \underline{3.415 - j0.7317 \Omega}$$

$$P_{max} = \frac{|V_{Th}|^2}{8R_L} = \frac{(6.25)^2}{(8)(3.415)} = \underline{1.429 \text{ W}}$$

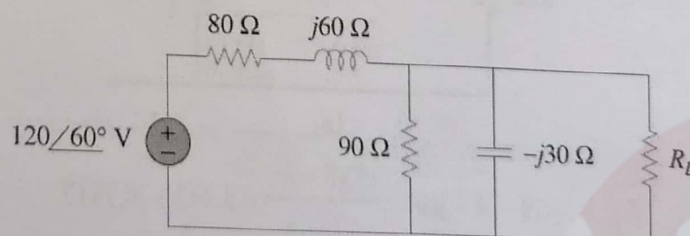
Maximum Average Power for Resistive Load

➤ When the load is PURELY RESISTIVE, the condition for maximum power transfer is:

$$R_L = \sqrt{R_{Th}^2 + X_{Th}^2} = |Z_{Th}|$$

➤ Now the maximum power can not be obtained from the P_{max} formula given before.

➤ **Example:** Calculate the resistive load needed for maximum power transfer and the maximum average power.



Solution:

We first find Z_{Th} and V_{Th} across R_L .

$$\text{Let } Z_1 = 80 + j60 \text{ and } Z_2 = 90 \parallel (-j30) = \frac{(90)(-j30)}{90 - j30} = 9(1 - j3)$$

$$Z_{Th} = Z_1 \parallel Z_2 = \frac{(80 + j60)(9 - j27)}{80 + j60 + 9 - j27} = 17.181 - j24.57 \Omega$$

Maximum Average Power for Resistive Load

$$V_{Th} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} (120 \angle 60^\circ) = \frac{(9)(1-j3)}{89+j33} (120 \angle 60^\circ)$$

$$V_{Th} = 35.98 \angle -31.91^\circ$$

$$R_L = |Z_{Th}| = \underline{30 \Omega}$$

The current through the load is

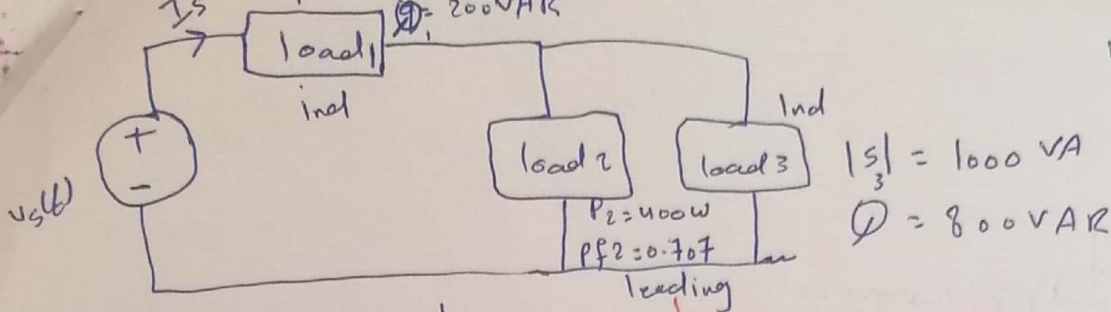
$$I = \frac{V_{Th}}{Z_{Th} + R_L} = \frac{35.98 \angle -31.91^\circ}{47.181 - j24.57} = 0.6764 \angle -4.4^\circ$$

The maximum average power absorbed by R_L is

$$P_{max} = \frac{1}{2} |I|^2 R_L = \frac{1}{2} (0.6764)^2 (30) = \underline{6.863 \text{ W}}$$

➤ Notice the way that the maximum power is calculated using the Thevenin Equivalent circuit.





$$v_s(t) = 230 \cos(\omega t)$$

a) PF for load 1 $\rightarrow$ 0.45 lagging

b) $S_{L2} \rightarrow$ complex $= \frac{400}{0.707} \angle -45^\circ = 400 - j400$

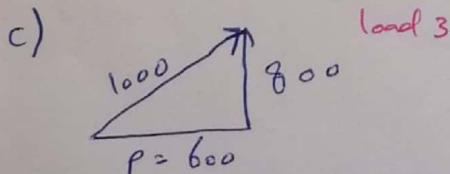
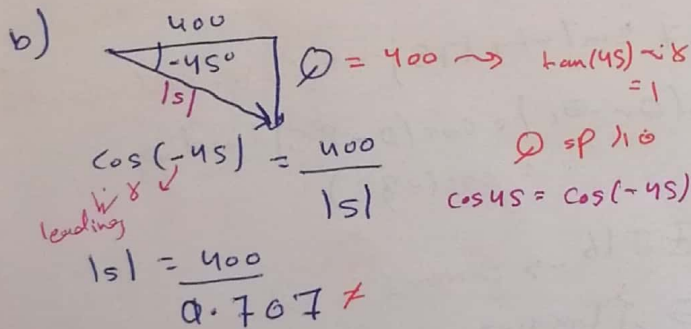
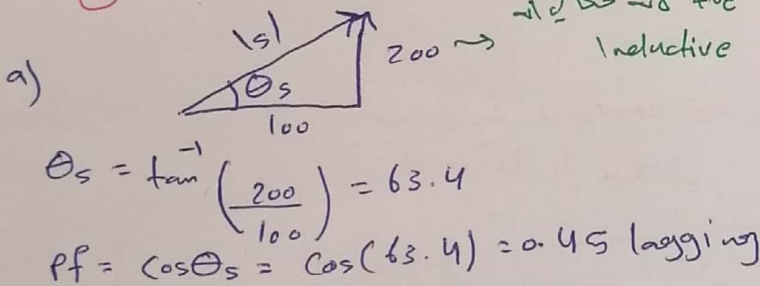
c) total active power supplied by the source

d) total reactive " " " " "

e) Z_{eq} seen from the source

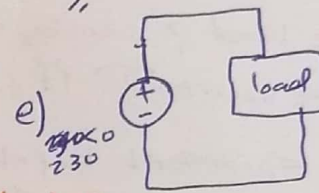
f) I_s ?

for (1)



$(1000)^2 = P^2 + Q^2$
 $P_{tot} = 100 + 400 + 600 = 1100 \text{ watt}$

d) $Q_T = 200 + -400 + 800 = +600 \text{ VAR}$



$$S = P_T + jQ_T = 1100 + j600$$

$$S_T = 1100 + j600 \rightarrow S \text{ supplied by the source}$$

$$S = \frac{1}{2} \vec{V} \vec{I}^* \text{ (polar)}$$

$$I = \left(\frac{(1100 + j600) \times 2}{230 \angle 0} \right)^*$$

$$I = \left(\frac{1253 \angle 29^\circ}{230 \angle 0} \right)^* = 5.45 \angle -29^\circ$$

$$Z_{eq} = \frac{230 \angle 0}{5.45 \angle -29^\circ} = \frac{230}{5.45} \angle +29^\circ$$

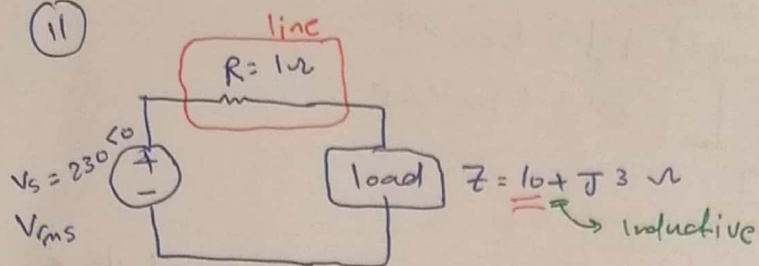
$$Z_{eq} = \frac{230}{5.45} \angle +29^\circ$$

total power factor $PF_{Tot} = \cos \theta_{S,T} = \cos(29^\circ)$ lagging

total power factor

total power factor $PF_{Tot} = \cos \theta_{S,T} = \cos(29^\circ)$ lagging

(11)



Find:-

- power avg delivered to the load (\$P_{avg}\$)?
- power absorbed by the line? *in resistance*
- Apparent power \$|S|\$ supplied by the source? *from source*
- power factor for the load? $= \cos \theta_z = \cos \theta_z$ *lagging*
- PF seen from the source? *PF for line & load*

$$\rightarrow Z_T = 11 + j3 \Rightarrow \text{convert to polar}$$

from its angle \$\theta_z\$

$$PF = \cos \theta_z \text{ lagging}$$

$$a) P_{avg} = I_{rms}^2 R \Rightarrow \left(\frac{230 \angle 0}{11 + j30} \right) = I_{rms} \Rightarrow \text{convert to polar}$$

$$b) P_{avg, line} = |I_{rms}|^2 (1)$$

$$c) |S| = |V_{rms}| |I_{rms}|$$

$$S = |V_{rms}| |I_{rms}| \angle \theta_z$$

$$c) V = 200 \cos(\omega t)$$

$$i = 1.7 \sin(\omega t + 17.5^\circ) \rightarrow i = 1.7 \cos(\omega t + 8.5^\circ)$$

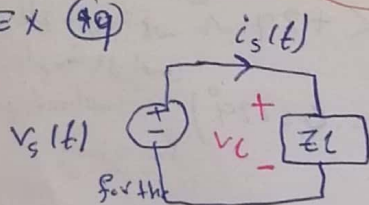
$$PF = \cos(\theta_v - \theta_i) = \cos(0 - 8.5^\circ) \text{ leading}$$

$$= \cos(-8.5^\circ)$$

$$d) Z = 48 + j16 \rightarrow \text{convert to polar}$$

$$PF = \cos(\theta_z) \text{ lagging}$$

EX (99)



determine \$PF_{load}\$ for:-

$$a) V_s = 540 \cos(\omega t + 15^\circ)$$

$$i_s = 20 \cos(\omega t + 47^\circ)$$

$$PF = \cos(\theta_v - \theta_i)$$

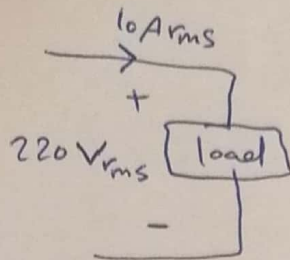
$$PF = \cos(15 - 47)$$

$$PF = \cos(-32) \text{ leading}$$

مردول لا نه
ا جيبهم لا يكونو
cos فقط
فا لازم تناسك

$$I = 10 \text{ Arms}$$

15/8/2023



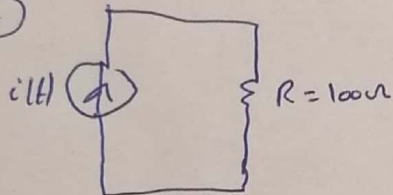
8 the current lags the voltage by 60°

a) $P_{avg} = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i)$ watt

b) $Pf = \cos(60)$ lagging

c) $Z = \frac{220}{10} = 22 \angle 60$

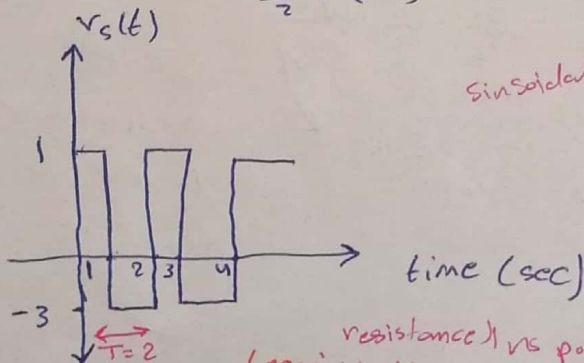
7



if $i(t) = 4 \cos(100t) - 3 \cos(100t - 50^\circ)$
 $= 4 \angle 0 - 3 \angle -50 = 3.1 \angle 47.9$

c) $P_{avg} \rightarrow P_{avg} = \frac{1}{2} |I_{eff}|^2 R$
 $= \frac{1}{2} \times (3.1)^2 \times 100 = 480.5 \text{ watt}$

6



موجة المربع في الوقت

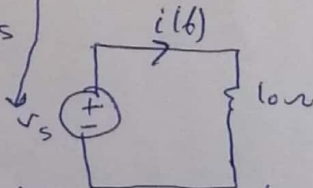
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}$$

find DC value (equivalent) resistance) vs power (find) give the same power effect for AC $\rightarrow$ DC value) $\rightarrow$ V_{rms}

$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \left[\int_0^1 (1)^2 dt + \int_1^2 (-3)^2 dt \right]} = \sqrt{5}$

→ If we have from this

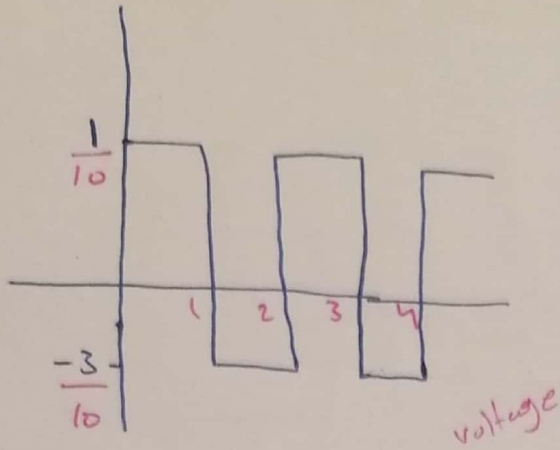
Find avg current? Find power avg?



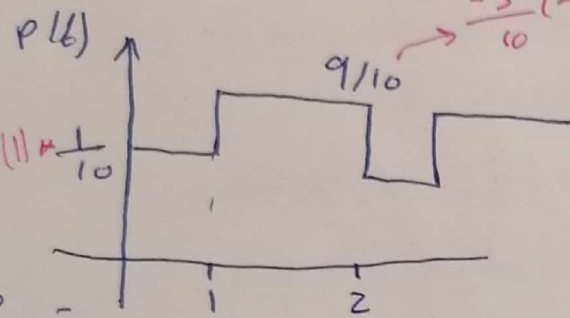
find avg current? Find power avg?

b) $T_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt = \frac{1}{2} \left(\int_0^1 0.1 dt + \int_1^2 -0.3 dt \right)$

$i(t) = \frac{v_s}{10} = \frac{1}{10} (3)$



$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$



ويعطي P_{avg} متوسط

القيمة لـ $p(t)$ وبتلك الحالة

$$\begin{aligned} \frac{1}{2T} \left(\int_0^1 \frac{1}{10} dt + \int_1^2 \frac{9}{10} dt \right) \\ = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{1}{10} \right) + \frac{9}{10} \right) = 0.5 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$D.C = V_{rms} = \sqrt{5}$$



$$P_{avg} = \frac{(\sqrt{5})^2}{10} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \text{ watt}$$

$$V_{rms} = \frac{(\sqrt{5})^2}{10} = \frac{5}{10} = 0.5$$

هذه القيمة
power (المتوسط)
في حالة D.C
هي V_{rms}



* كل ما زادت قيمة ال P_{avg} قوت ال P تقل دالته صحيح
ولما تنزل ال P ال P_{avg} تقل فاضا يرفع أقل من المطلوب P
لأنه القاد لجعل ال P فقط

في حدود ال P_{avg} ال P_{avg} (PF) لازم يكونه قيمة رينج (ال $limit$)
من تراجح بين ال $unity$ (أفضل قيمة PF) من يتغير لال $0 = 0$ (الحال)
الوحدة ال يتوصل منها ال PF ال $unity$ (ال $pure resistance$) (الوحدة ال $max power$)
الشيء المهم انه ال

ال P مرتبطة بال $voltage$ (اذا زادت ال P بالشبكة ال $voltage$ تنزل ويغيره
وماد بأشكاله $drop$)

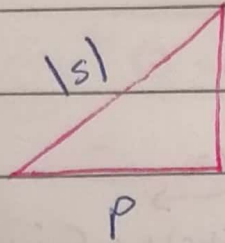
أخذنا ال P لازم تكون $\pm 10\%$ من ال $voltage$ (اذا ال $230V$
فما يغير تنزل عنه $207V$ ولا تزيد عنه $253V$) (اذا حطت بالشبكة قوت
ال P تنزل ف يتصل الأجهزة تتغل بعبادة ال PF ال $limit$ ال PF
في P لازم تكون ال PF أعلى من قيمة ال min (تحدد من شركة الكهرباء
والجانب نوعي ال PF ال 0.88 أو 0.9)
(ال PF ال 0.88 عند الزيادة)
قيمة

أد 0.9 هو
منشدة
في PF ال min بين ال $(0.88 \rightarrow 0.9)$ يتجاوز نرفعها قيمة
صحيح رينج

في ال $Industry$ ال $Inductive$ (ال P فيها عالية)
ال PF ال $Inductive$ تاعتها عبارة عن $Inductive$ (ال PF تاعتها منخفضة)
عشان يصحح بركبو غير القاد ال PF ال $meter$ يقيس ال PF
بركبو عتادي واحد قوت ال $power$ وواحد ال PF في ال $meter$ ال PF
ال PF أقل من ال PF ال $meter$ ال PF ال $meter$ ال PF
غير صيغ اذا ما اخلت المشكلة الكهربائية بتفصل في بعضه مستشار على المثال

$$* pf = \frac{P_{avg}}{|S|}$$

$$|S| = |V_{rms}| |I_{rms}| = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



$$pf = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\sqrt{P^2 + Q^2}$$

إذا كانت 1 (و)

ال PF ح تقل قيمته

ال ratio بين (power)

ال apparent power ح تقل (علاقة عكسية)

(0.8-0.88, 0.9)

min

$$pf \leq pf \leq 1$$

$$if pf=1 \rightarrow Q=0$$

في ال max power

من ال 1/2

* ال مرتبطة بال voltage (إذا زادت ال $\uparrow$ $\leftarrow$ ال $\downarrow$)

إذا رفعت قيمة ال $\leftarrow$ ال $\rightarrow$ ح تقل قيمته $\rightarrow V \pm 10\%$ لازم تكون قيمة

ال

207 (و يتقبل) ال بوزة تشتغل بطريقة صحيحة (207-253)

علاوة على ذلك، كفاءة ال حطة ال ال pf لازم يكون أكبر من 0.9 min

ال pf min (0.8-0.88, 0.9) حة ال حة ال pf

$$|Q_c| = Q_{old} - Q_{new}$$

$$|Q_c| = P \tan \theta_{old} - P \tan \theta_{new}$$

$$|Q_c| = P (\tan(\theta_{old}) - \tan \theta_{new}) \text{ (VAR)}$$

بعضها (عادة فيها ال)

from $pf_{old} =$

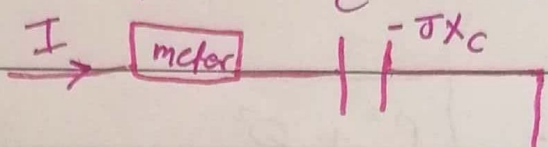
$$\theta_{new} = \cos^{-1} pf_{new}$$

بكون المخرج
تعال عليه

$$\cos^{-1} pf_{old}$$

$$\theta_{new} = \cos^{-1} pf_{new}$$

وحتى نحقق اننا قاتورة الكهرباء ما ترتفع في لازم تحقق الشرط التالي :-

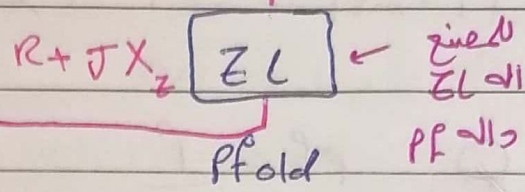


$V(\text{const}) = IZ$

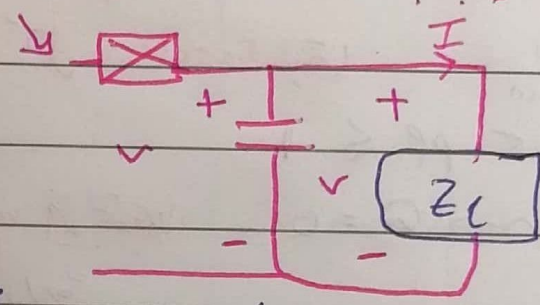
$\uparrow I = \frac{V(\text{const})}{Z}$

$\downarrow Z$

$\uparrow I^2 R = P_{avg}$



دولينا نضيق $\rightarrow$ هذا تركيب (Capacitor) بالشبكة In series أو parallel

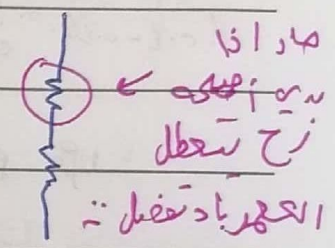


$I^2 R \rightarrow \text{const}$

$P_{avg} \text{ const}$

So In parallel are best

$\rightarrow$ Shunt capacitor

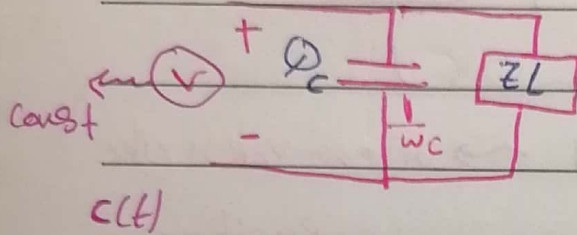


في اذ اركبت In series قيمة ال Load Z تصغر في حالة ال IC $\rightarrow$ $-jX$ (V ثابتة) $\leftarrow$ في قيمة التيار ترتفع في قيمة التيار $\rightarrow$ $\rightarrow$ يحترق meter أعالي (مما في قيمة ال P_{avg} أعالي) $\rightarrow$ فما حقت الهدف (ال PF صار كويس ب الفواشر زادت في) في خاير البرين مذكور

في اذ اركبت In parallel ال P ما ح تنيد (عنه ال V ثابتة وال Z برضه ثابتة عنه اجه // معها) $\leftarrow$ ال meter ح يجب P بناء على ال Z ح على Capacitor (التي ح ال Z دار V ثابتة في ال I ثابتة فار P ثابتة كما يرفع ال Power وتعدل الفواشر نضيق في $\rightarrow$ فاله ح اركبت ال $Cap \rightarrow$ In parallel وببرضه مزايا ال V انه ما ينظر أفضل الكهرباء عنه كان اذا به أصلح عطل أدا ركبته جديد $\rightarrow$ بالمايك يسكو ال // تركيبه $\leftarrow$ Shunt connection (capacitor) (شنت)

مع ثبات القدرة P في دائرة PF ، عند قبل العلاقة $P = VI \cos \phi$ (capacitor voltage)

في حين الطريقة الوحيدة التي نحصل عليها (parallel) (shunt capacitor)



assumption) V ثابتة

متردد مع إضافة capacitor

لو P أحسن قيمة C بالفاراد (مقدار C) (اختيارنا VAR مع VAR)
 لو P theoretically V I C VAR فاراد C

$$P = I^2 R$$

$$Q = I^2 X$$

$$Q_c = \left(\frac{V}{X} \right)^2 \times X \rightarrow Q_c = \frac{V_{rms}^2}{X_c}$$

إذا كانت Q_c magnitude

$$\frac{1}{2}$$

لأن ما يجب استخدامه كبير X_c Q_c VAR

(voltage X فقط) (دائرة بالعادة تكون عارضة V لكل impedance)

لو Q_c R (ال V X Q_c R) (فقط Q_c VAR)

$$Q_c = V_{rms}^2 = \omega C V_{rms}^2$$

$\omega = 2\pi f = 50 \text{ Hz}$

$\frac{1}{\omega C}$ Q_c VAR

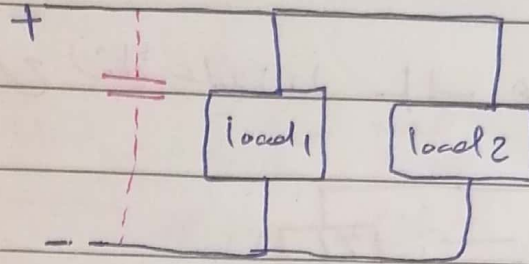
قدرة (capacitance)

اختارنا VAR under specific voltage

* Topic 8 slide 29 :-

$V = 120 \text{ V}_{rms}$

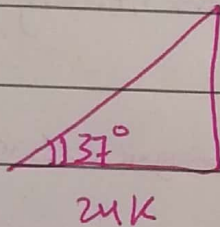
$f = 60 \text{ Hz}$



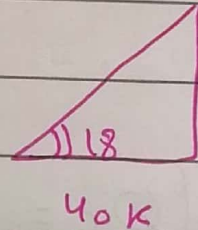
a) pf_{total}

b) C connect in parallel $\rightarrow pf = 1 \rightarrow$ طبع VAR بعد ما انا capacitance

i.e. لا بد ان يكون انا pf القوية في طريقة انا



+



$pf_1 = 0.8 \rightarrow \theta = \cos^{-1} pf$
 $\theta = 37^\circ$

$pf_2 = 0.95$ lagging
 $\theta_2 = 18^\circ$

$\Phi_1 = 24 \tan 37 = 18 \text{ KVAR}$

$\Phi_2 = 40 \tan 18 = 13 \text{ KVAR}$

(بقدر انا جمع انا power و انا)

$\Phi_c = \text{Power} \tan \theta$

$\Phi_c = V^2 \omega C$

$\theta_{s \text{ Tot}} = \tan^{-1} \left(\frac{31}{64} \right) = 25.8$

و انا انا V_{rms} طبع $\frac{1}{2}$

$pf_{Tot} = \cos 25.8 = 0.9$ Lagging

b) $P = 64 \text{ K}$, $\theta_{total} = 25.8$, $\theta_{new} = \cos^{-1}(1) = 0$

$\Phi_c = 64 \tan(25.8 - 0) = 31 \text{ KVAR}$ طبع انا

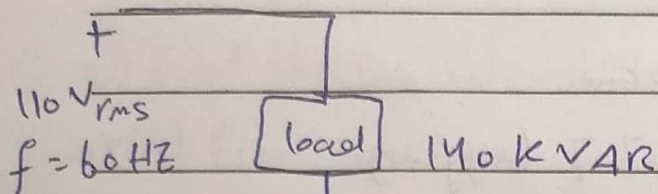
$\Phi_c = \omega C V_{rms}^2 = 2\pi(60)(120)^2 C = 31 \text{ K}$ Source انا capacitance

$C = 5.7 \text{ mF}$

اذا انا انا VAR انا انا انا

Ex from Ac power file

$C = ?$ slide 40



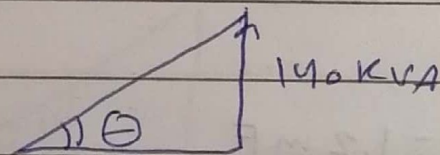
$pf = 0.8$ lagging

$pf_{new} = 1$

$\Rightarrow \theta = 0$

بالعادة بعد تعديل pf

بدل ما بعد pf وال pf
 بعد pf وال pf



$$\theta = \cos^{-1}(0.8) = 31.79^\circ$$

$$P = \frac{Q}{\tan \theta} = \frac{140k}{\tan 32} = 224 \text{ k watt}$$

$$\tan \theta \quad \tan 32$$

power (power)

علاوة على

$$Q_c = 224 (\tan 32 - \tan \theta) = 139.97 = 140 \text{ kVAR } Q_c$$

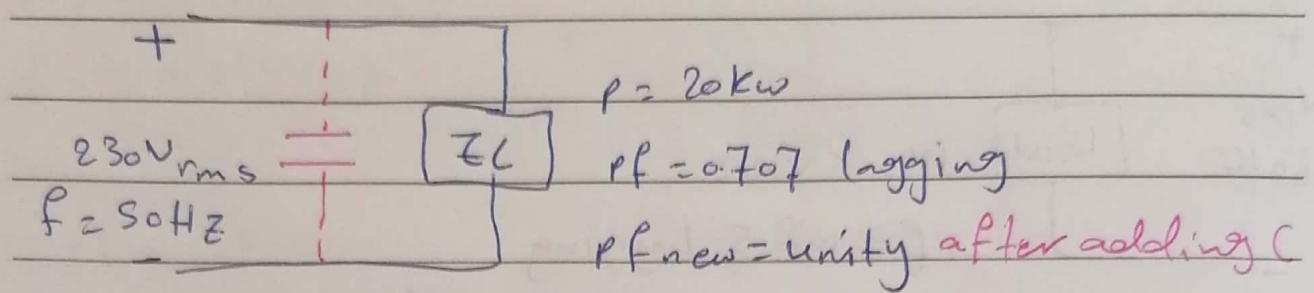


طاقة ال Q_c هي طاقة القدرة التي نأخذها من الشبكة

من أجل $pf = 1$

$$C \Rightarrow 140k = 2\pi(60)(110)^2 C \rightarrow C = 30.69 \mu F \approx 31 \mu F$$

Ex from past paper :-

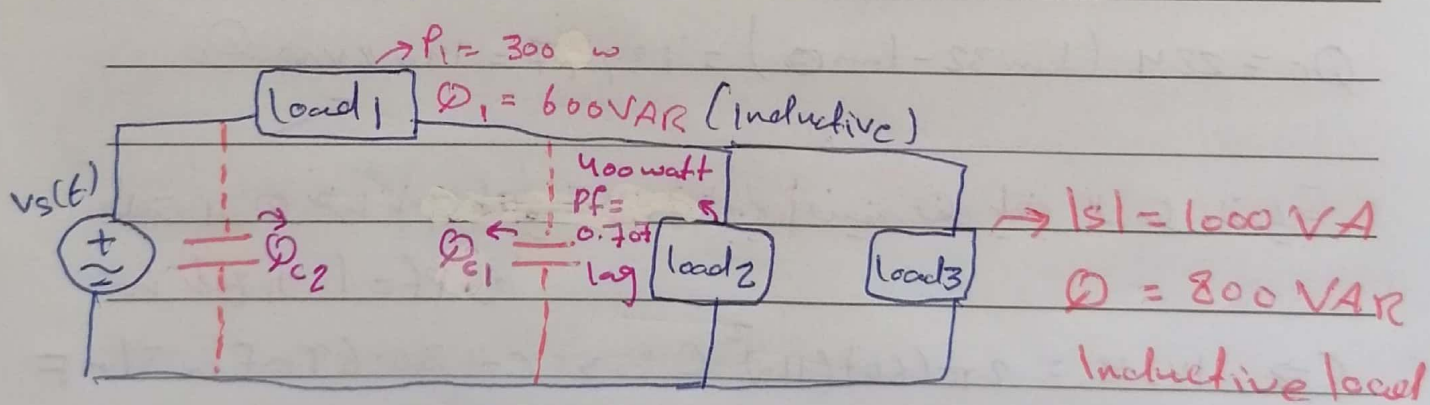


Find the magnitude of capacitance (C) in farad?

$$Q_c = 20k (\tan(\cos^{-1}(0.707))) = 20 \times 1 = 20k \text{ VAR}$$

$$C = \frac{20k}{(230)^2 (100)} = 1.2 \times 10^{-3} F = 1.2 \text{ mF}$$

Ex :- for the circuit shown below



$$v_s(t) = 230 \cos(\omega t)$$

$$f = 50Hz, \text{ find :-}$$

- PF of load 1
- Complex power for load 2 (S_2)
- PF for load 3
- Value of capacitor (C) that by connected // to load 2 & 3 to improve PF to 1 $\rightarrow pf = 1_{new}$
- total active power supply by the source (P_T)
- Q_{tot} (reactive power)
- apparatus power $\rightarrow$
- Find the value of $|S_T|$ connect // to source $\rightarrow pf = 1$

(علائقہ شیعہ ختمین اہل خانہ)

7) find the instantaneous power supply by the source

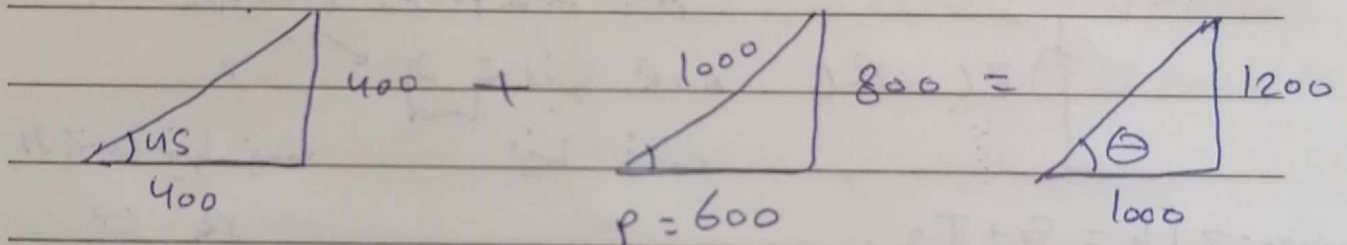
→ $p(t)$ from source

Soln —

أهم نقطة نستغلها أنه فيه $\frac{1}{2}$ بالقوانين

angle $\in P_{FTOT}$ // $\cos i_2 \leftarrow \cos \theta_{C2}$ & $\cos \theta_{C1}$, $\cos i_1 \leftarrow$

11 م الجيدة دار ه الجيدة دار ه الجيدة دار ه الجيدة دار ه الجيدة دار ه



$P = 1000, Q = 1200$

$$pf_{Tot} = \cos \left(\tan^{-1} \left(\frac{1200}{1000} \right) \right)$$

$$Q_c = 1000 \left(\frac{1200}{1000} \right)$$

$Q_{C2} = 1200 + 600 = 1800$, $P = 1000 + 300$

Inst power $\rightarrow P(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

power = $1500 + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$

apparent total $\rightarrow \frac{1}{2} \times |S|$

$\theta_s = \theta_r - \theta_i$

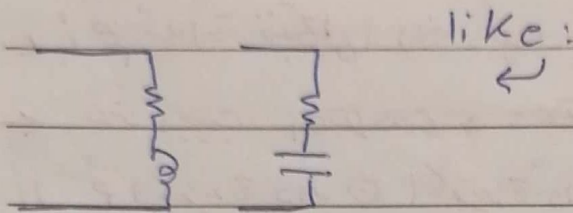
$$\Theta_i = -\Theta_s$$

→ AC max power transfer

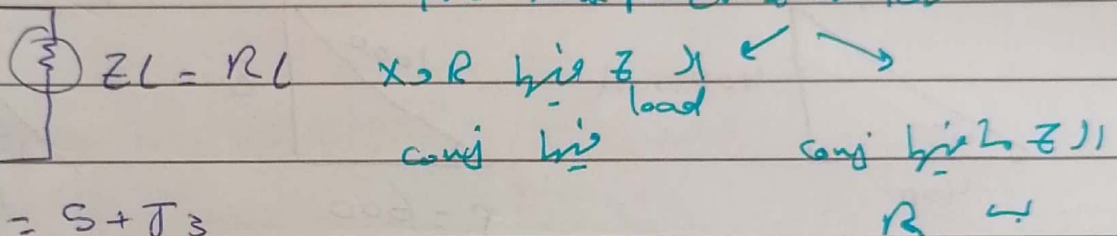
① $Z_L = Z_{th}^*$ → $Z = R + jX$ (مقاومة و سعة) ← Z_{th}^* (مقاومة و سعة)

$$P_{max} = \frac{|V_{th}|^2}{8R_{th}}$$

rms magnitude



AC max power transfer



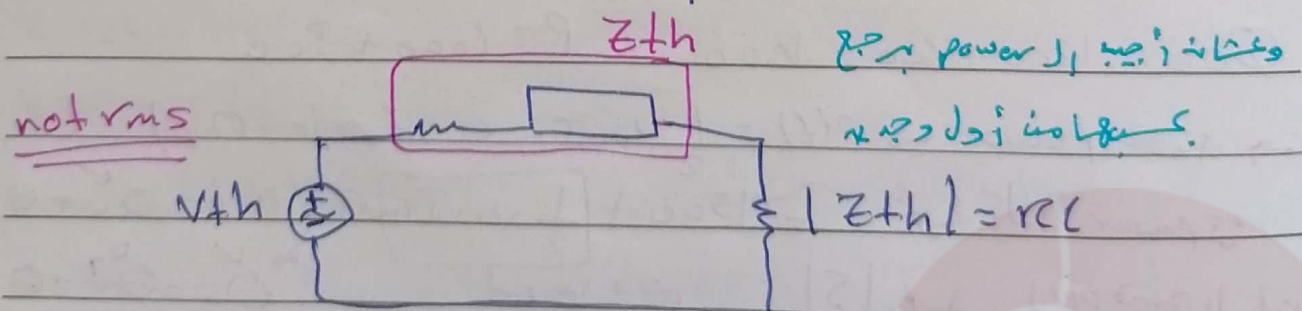
Suppose: $Z_{th} = 5 + j3$

$$Z_{th}^* = Z_L = 5 - j3$$

$$R_L = \sqrt{25 + 9}$$

② If $Z_L = R_L$ (pure resistance) ← conjugate

$P_{max} \rightarrow Z_L = R_L = |Z_{th}|$



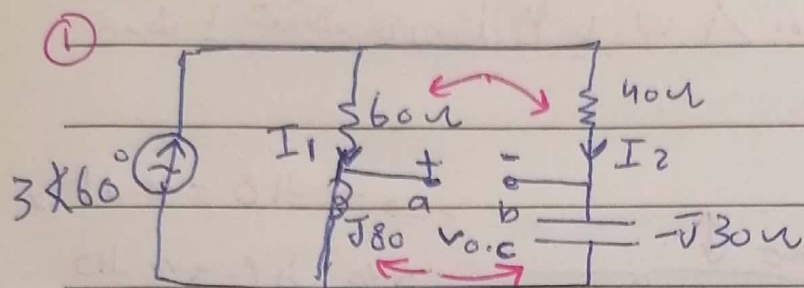
$$P_{max} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{th}}{Z_{th} + |Z_{th}|} \right)^2 \times |Z_{th}|$$

$$P = \frac{1}{2} I^2 R$$

R_L (مقاومة)

ما Z_{th} (مقاومة و سعة)

online final exam :-



a) find the thevenin equivalent circuit seen from a, b

$\rightarrow Z_{th}, V_{th}$

b) Z_L that allows max power transfer, find power

c) if $Z_L = R_L$ find R_L , find power

a) $100 \parallel j50$

$$Z_{th} = 100 \parallel (j50) = \frac{100 \cdot j50}{100 + j50} = 20 + j40 \Omega$$

$$I_1 = 3\angle 60^\circ \left(\frac{40 - j30}{100 + j50} \right)$$

$$I_2 = 3\angle 60^\circ \left(\frac{60 + j80}{100 + j50} \right)$$

$$\rightarrow 60 I_1 + V_{ab} - I_2(0) = 0$$

$$V_{ab} = V_{th} = 74 + j112 \text{ Volt}$$

$$c) \rightarrow R_L = |Z_{th}| = \sqrt{20^2 + 40^2}$$

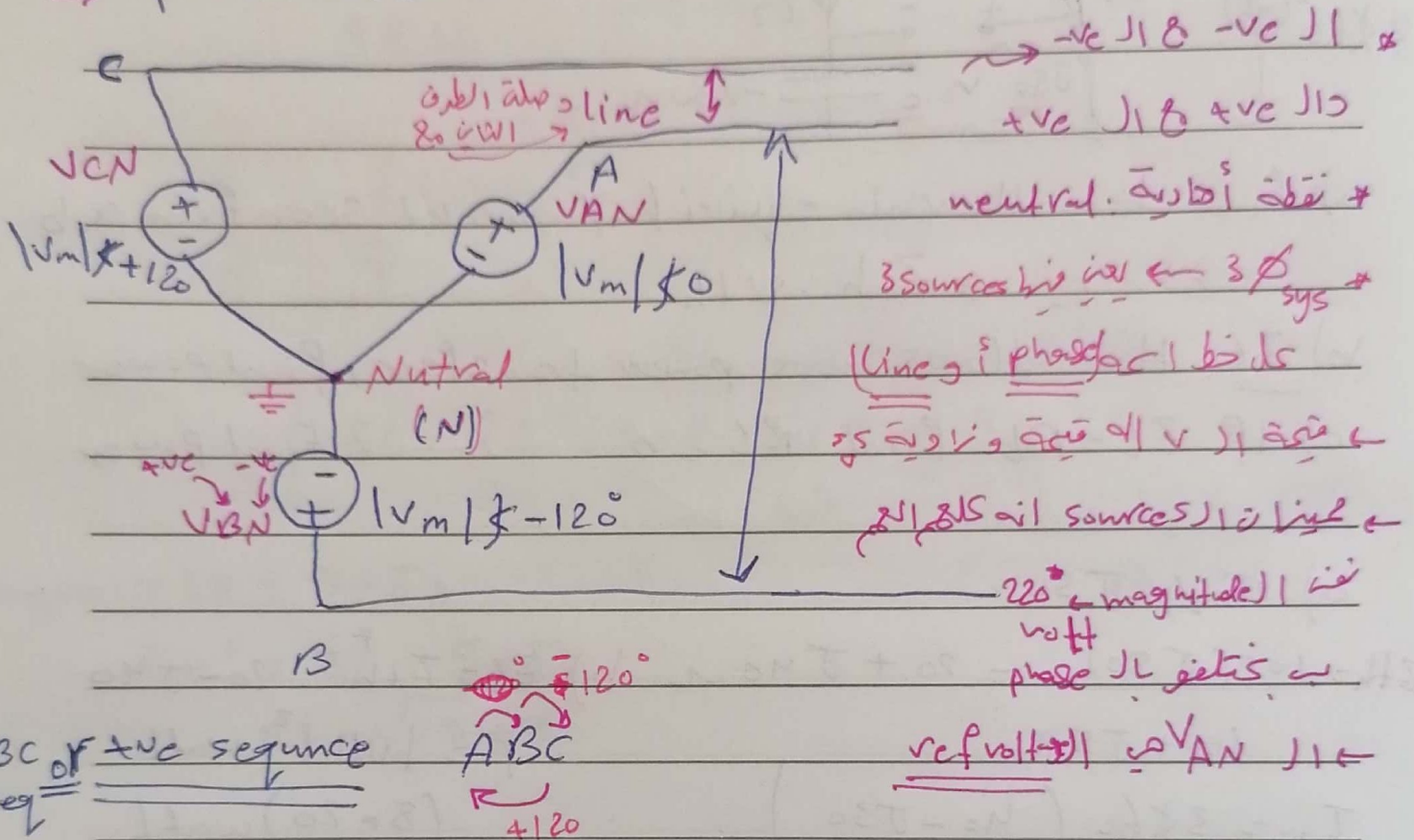
$$I = \frac{-74 + j112}{20 + j40 + \sqrt{20^2 + 40^2}} = 11 \angle \theta$$

$$p = \frac{1}{2} |I|^2 \sqrt{20^2 + 40^2}$$

Three phase

→ 3 sources (v.s) → Δ W, L, Y

→ Y-connection or star



we have 2 types of voltage : -

→ phase voltage (between line to neutral) (L.N)

$$V_{AN} = |V_m| \angle 0^\circ$$

$$V_{BN} = |V_m| \angle -120^\circ = V_{CN}$$

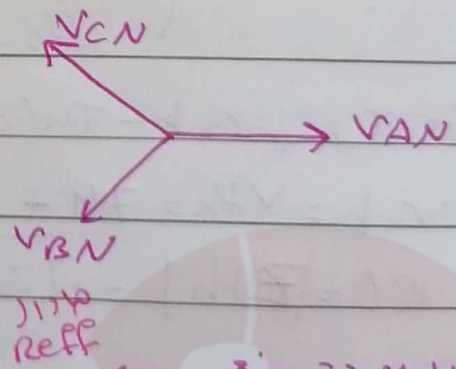
$$V_{CN} = |V_m| \angle +120^\circ = V_{phase}$$

→ Line-to-line voltage (VLL)

$$V_{AB} = |V_{LL}| \angle \theta_{AB}$$

$$V_{BC} = |V_{LL}| \angle \theta_{AB} - 120^\circ$$

$$V_{CA} = |V_{LL}| \angle \theta_{AB} + 120^\circ$$



Ex:- If a 3 ϕ system connected at y-connection
If $V_{LN} = 220$ volt

If Reference $\rightarrow V_{AN} = 220 \angle 0^\circ$ L to L voltage line to neutral voltage
Find:- $V_{AB} = \sqrt{3} |V_{AN}| \angle \theta_{AN} + 30^\circ$

a) $V_{BN} = 220 \angle -120^\circ \rightarrow V_{AN} = 220 \angle -120^\circ + 120^\circ$

b) $V_{CN} = 220 \angle +120^\circ$

c) $V_{AB} = \sqrt{3} (220) \angle 0^\circ + 30^\circ$

d) $V_{CB} = -V_{BC} = -(\sqrt{3} (220) \angle 30^\circ) = \sqrt{3} (220) \angle +90^\circ$ +180 -120

e) $V_{AC} = -V_{CA} = -(\sqrt{3} (220) \angle 30^\circ + 120^\circ)$

$V_{AC} = \sqrt{3} (220) \angle -30^\circ$ -180

* العلاقة بين ال $V_{L.N}$ و V_{LL} :- $\sqrt{3}$ و ال 30° و

$V_{AB} = \sqrt{3} |V_{L.N}| \angle 0^\circ + 30^\circ$ 300

$V_{BC} = \sqrt{3} |V_{L.N}| \angle \theta_{AB} - 120^\circ$

$V_{CA} = \sqrt{3} |V_{L.N}| \angle \theta_{AB} + 120^\circ$ 30

* صارو عطا 6 فولتات ؟ (اذا عرفت وحدة بعرف ان ال 15 الباقية)

لـ العلاقة ال (ال 3 و ال 30 / بين ال 120 و ال 120)

← اذا كانو من نفس النوع (C_N, B_N, A_N) نفس القمة و 120° بترتيب ABC

← و من نوع مختلفين ← علاقة $\sqrt{3}$ و ال 30

← نذكر ان ال ($V_{L.N}$) $V_{L.N}$ $V_{L.N}$ $V_{L.N}$

الخط
كـ ال ال ال ال ال

Ex: $V_{BN} = 220 \angle 0^\circ$, find other voltages :-

→ $V_{AN} = 220 \angle +120^\circ$

دائراً جنب ال V_{AN} كانه مو

$V_{CN} = 220 \angle 120 + 120 = 240^\circ$

ال Reference لا يـ 30

→ V_{AB} take V_{AN} as Ref

$V_{AB} = \sqrt{3}(220) \angle 120 + 30^\circ = 150^\circ$

$V_{BC} = \sqrt{3}(220) \angle 150 = 120^\circ = 30^\circ$ نفس النوع

$V_{CA} = \sqrt{3}(220) \angle 150 + 120$

Ex: If $V_{AB} = 220 \angle 0^\circ$

find $V_{AC} ? = -V_{CA} = \sqrt{3}(220) \angle 270^\circ$
 $= \sqrt{3}(220) \angle 90^\circ$

-180

* بال $Y-Y_{sys}$ رح نقر من بال load انه كل ال Impedances متساوية
بالقيمة والزاديه (the same Impedences)

اذا بنيت sys بال load و source متساوية بال Y ونفكوا لافكوا
الكم ← balance system (و فيه Symmetry sys)

* ال balance sys له شرطين متساوية بال magnitude
for
① source V_{AN}

$$V_{BN} = |V_{AN}| \angle \theta$$

$$V_{CN} = |V_{AN}| \angle \begin{matrix} -120^\circ \\ +120^\circ \end{matrix}$$

② for load have the same Z_Y

we are called balance $Y-Y$ system

ما بين رح ندرسها نقطه انه ال current الزدادا بنم $\pm 120^\circ$
وال load القيم نف ال Impedance

هدفنا اني اعرف احيث ال : $\{s, 0, p, I, V\}$
ال V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}

وعطانه كل الدارة ونطلع الفولتية بنا نفك التيار ال ما بين بال كذا وبنم
بحسب ال ما بين $(p, pf, \dots)$

→ القاعدة بتكفي :

ان اعدت 3 وكانو balance $Y-Y$ من نقطة ال N من جهة ال current

ونقطة ال من جهة ال load ال difference $V_N = 0$ ($V_{Nn} = 0$)

نفس نقطة ال neutral بالجهة (او حتى لو كانه بنم Z التيار ال ما بين

$$I = 0 \leftarrow 0 = IZ \leftarrow V = IZ$$

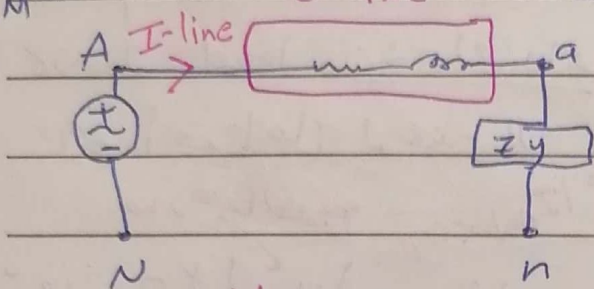
given

✓
IVANCO

Z-line

1815

phase



۱۔ التیاریں ماراں

Iline 25100/100, 100

خط متوازي $IA_2 = I_{line}$

$$V_{Na} = 0$$

✓ ✓
هذه الدارة تكون عارضة ال V_{AN} والزاوية تأخره ال V_{AN} وال V_{AN}

ف عيه قيمة التيار افعشانه امل مألته 3 برسم ϕ Single $\rightarrow$ أي وصلة

KVL: -

$$-V_{AN} < 0 + Z_{line} I_{AN} + Z_y I_{Aa} - \cancel{V_{Nn}}^0 = 0$$

$$IA_a = \sqrt{A_N} < 0$$

$$Z_{line} + Z_y$$

ومن ال IA_a لقر اءرف ال $IA_{a+Z_y} = V_{an}$

by KVL $\rightarrow$ we can get:

→ I Aq ✓

→ $V_{an} = I A_a Z_y$ ✓

→ $S_{load} = V_{an} I_{Aa}^* \checkmark$

$\rightarrow P \vee \sim$ from 5 we can obtain P 8 ②

→ 0 ✓

→ $\rho_f = \cos \Theta v$ ✓

Ac جعة، لاء لاء

अनुप

ask : believe & recieve

من هنا إدارة الطاقة I_{Aa} و V_{Aa} كيف اطلع I_{Bb} و I_{Cc}

بسم فن إدارة الطاقة Phase B, C ومن هنا اطلع I_{Bb} و I_{Cc}

لأنه ال load متريه طايفه داي احب صولات ال load المتريه

اي أخذنا (لو عندنا I_{Aa} و V_{Aa})

$$= (Z_Y \cdot I_{Aa}) = |I_{Aa}| \angle \theta_i$$

$$I_{Bb} = |I_{Aa}| \angle \theta_i - 120^\circ, \quad V_{bn} = |V_{an}| \angle \theta_i - 120^\circ$$

$$I_{Cc} = |I_{Aa}| \angle \theta_i + 120^\circ, \quad V_{cn} = |V_{an}| \angle \theta_i + 120^\circ$$

$$S_{Tot} = 3 S_{\phi} \quad (\text{لأن ال S متبادلة بد phase})$$

$$S_a = S_b = S_c$$

وكذا ال ab و bc و ca

$$V_{ab} = \sqrt{3} V_{an} \angle 30^\circ$$

Ex 16/82 from online final exam file:-

3 ϕ Source $\rightarrow$ Y load

Y-Y

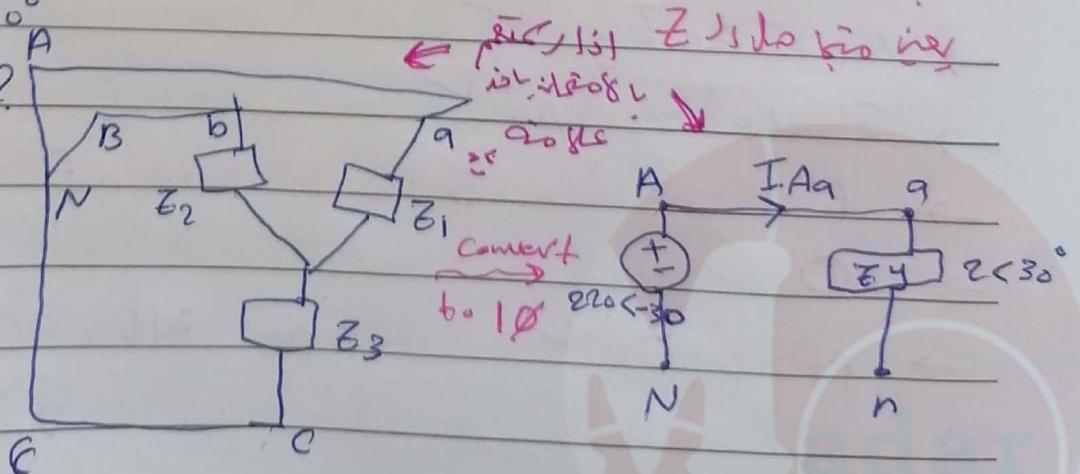
احنا ال 3 ϕ يكون ال V ال I

ال V rms و ال I rms

$$V_{CA} = 381 \angle 120^\circ \text{ Vrms}$$

$$Z_Y = 2 \angle 30^\circ$$

find I_{bn} ?



from V_{CA} ^{find} $V_{AB} \rightarrow V_{AN}$ ABC

وبعد ما سألنا عن كل واحد من الجوانب الثلاثة

$$381 \angle 120^\circ \rightarrow V_{AB} = 381 \angle 0$$

$$V_{AN} = \frac{381}{\sqrt{3}} \angle 30 = 219.97 \angle -30^\circ$$

$$= \boxed{220 \angle -30^\circ}$$

$$\rightarrow I_{Aa} = \frac{220 \angle -30}{2 \angle 30} = 110 \angle -60^\circ$$

$$\rightarrow I_{bn} = I_{Bb} = 110 \angle -60 - 120 = 110 \angle -180^\circ$$

(2) Find the S_{total} ? (complex tot power absorbed by load)

$$\rightarrow S_T = 3 S_{\phi} = 3 (110 \angle -60^\circ) (2 \angle 30) (110 \angle 60)^\circ$$

$V_{rms} I_{rms}^*$

$$S_T = 3 (110)^2 (2) \angle 30$$

$S_{\phi \text{ tot}}$

(3) Find power total? $\rightarrow$ Rect $\downarrow$ ST $\downarrow$ V_{ϕ}

$$P_T = 3 (110)^2 (2) \cos(30^\circ)$$

$P_{\phi \text{ tot}}$

$$Q_T = " " \sin(30^\circ)$$

(u) Find power factor for the load?

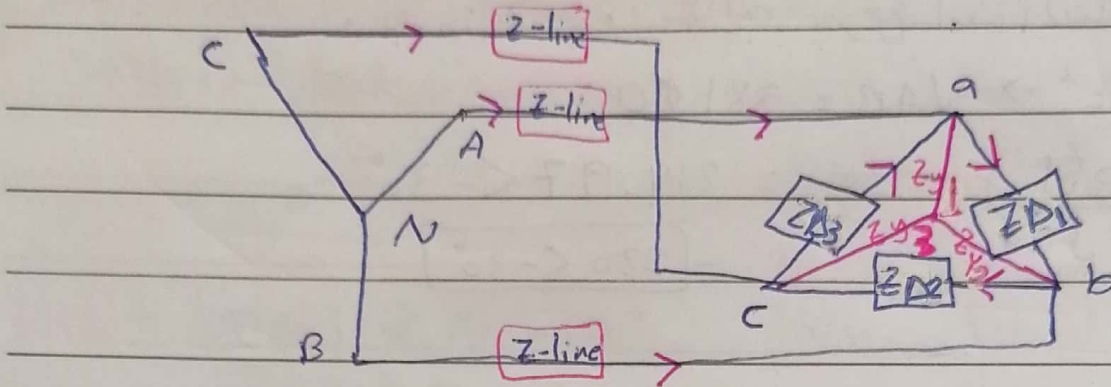
$$PF = \cos(30^\circ) = \frac{1}{2} \text{ lagging}$$

$\leftarrow$ $\frac{P_{load}}{S_{load}}$

$\frac{P}{S}$

for source $\rightarrow$ for load $\rightarrow$

Δ connection systems (delta connection or bar connection)



* لا يمكن تحويل Δ إلى Y وحسب قيمة الـ equivalent الـ Y لـ Δ (Impedance)
 لكن الـ $3 Z$ الـ Δ لا تقاوم قيمة الـ $power$ الـ equivalent الـ Y (power)
 نستعمل في الـ $power$ بـ قيمة Z مختلفة (؟)

← هنا قاعة كيف تحول من Δ إلى Y والى (equiv. series & equiv. parallel)
 عشان تحول من Δ إلى Y لازم بوقف بنف المثلث في كل طرف من
 المثلث (a, b, c) لازم ييجي طرف مقاومة (طرف المقاومة عند رأس المثلث)
 الـ قيمة الـ S_T الـ بتتعلق الـ Z_1, Z_2, Z_3 = قيمة الـ S_T الـ بتتعلق

$\Delta \rightarrow Y$

our input

Z_{y1}, Z_{y2}, Z_{y3}

$$Z_{y1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

الـ Y بتا خبط

المقام حاصل مجموع
 الـ Δ كلهم (ثابت لكل)

طلبنا Resistance الـ Z_{y1} في Z_1 الـ Z_{y1}

$$Z_{y2} = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

$$Z_{y3} = \frac{Z_2 \times Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

$$Z_{y1} = \frac{Z_2 \times Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

$$Z_{y2} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

If $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_{\Delta}$ (balance sys)

$$\rightarrow \underline{Z_{Y_1}} = \underline{Z_{Y_2}} = \underline{Z_{Y_3}} = \frac{Z_{\Delta}}{3} = \frac{Z_{\Delta} = Z_Y}{3}$$

← Z_Y impedance
 Z_{Δ} impedance

و ما يلاحظه ان Z تتغير بال $3 \times$ بالbalance (حفظ)

$Y \rightarrow \Delta$

$Z_{Y_1}, Z_{Y_2}, Z_{Y_3}$ ← Input 1 Input 2 Input 3

وبين Z حيث $Z_{\Delta_1}, Z_{\Delta_2}, Z_{\Delta_3}$ (2 impedance كل 2 is Z_{Δ})

الابطال من كل Z مع بعضه Z (ثابت لكل)

$$Z_{\Delta_1} = \frac{(Z_{Y_1} * Z_{Y_2}) + (Z_{Y_2} Z_{Y_3}) + (Z_{Y_3} Z_{Y_1})}{Z_{Y_3}}$$

$$\underline{Z_{\Delta_2}} = \frac{(Z_{Y_1} Z_{Y_2}) + (Z_{Y_2} Z_{Y_3}) + (Z_{Y_3} Z_{Y_1})}{Z_{Y_1}}$$

$$Z_{\Delta_3} = \frac{(Z_{Y_1} Z_{Y_2}) + (Z_{Y_2} Z_{Y_3}) + (Z_{Y_3} Z_{Y_1})}{Z_{Y_2}}$$

If $Z_{Y_1} = Z_{Y_2} = Z_{Y_3} = Z_Y = \frac{3 Z_Y^2}{Z_Y} = \underline{3 Z_Y = Z_{\Delta}}$

Source → load → connection Y-Y / Y-Δ (load) → Source & connection line (Δ-Y / Δ-Δ)

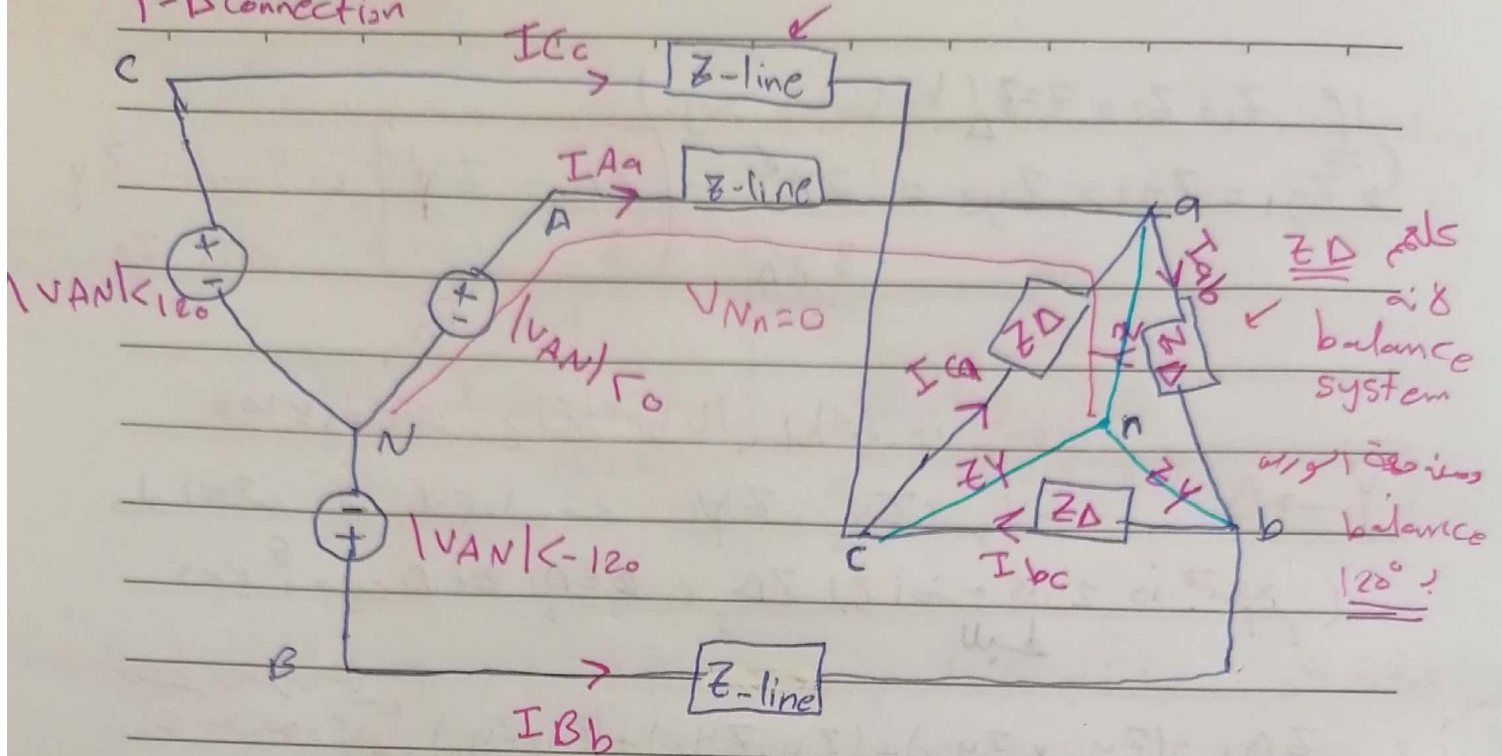
هذا القانون Z تتغير $3 \times$

Subject

z-line Day

Date

Y-Δ connection



بصورتی حسب درجه ۱) بعد از القیام از ضربه (S, I, V) و
 ۲) بعد از ضربه (I, V) و ۳) بعد از ضربه (I, V) و ۴) بعد از ضربه (I, V)

۱) خط Y به خط Δ (current) 3I و 6V (فولت) و ۲) خط Δ به خط Y (current) 3I و 6V (فولت) و ۳) خط Δ به خط Δ (current) 3I و 6V (فولت) و ۴) خط Δ به خط Δ (current) 3I و 6V (فولت)

* In Δ we have 6 Is (6 current) :-

Line current

$$\begin{aligned} I_{AA} &= |I_L| \angle \theta_{line} \\ I_{BB} &= |I_L| \angle \theta_L - 120^\circ \\ I_{CC} &= |I_L| \angle \theta_L + 120^\circ \end{aligned}$$

phase current :-

$$\begin{aligned} I_{ab} &= |I_P| \angle \theta_{ab} \\ I_{bc} &= |I_P| \angle \theta_{ab} - 120^\circ \\ I_{ca} &= |I_P| \angle \theta_{ab} + 120^\circ \end{aligned}$$

* Line current is 3 times phase current (3 currents) :-

$$I_{AA} = \sqrt{3} |I_P| \angle \theta_{ab} - 30^\circ \quad \text{like: } V_{AB} = \sqrt{3} |V_{AN}| \angle \theta_{AN} + 30^\circ$$

الاختلاف بين Δ و Y

ABC (6 current) Δ (3 voltages) $\leftarrow \Delta$

ABC (6 voltages) Y (3 currents) $\leftarrow Y$

في $Y-Y$ system كل من Δ و Y 3ϕ system (عنا لازم تحول Δ load Y load) $\leftarrow$ طريقة $Y-Y$

نقم Δ على 3 $Z_Y = \frac{Z_\Delta}{3}$ $\leftarrow$ balance sys

طريقة اكل: $Y-\Delta \rightarrow Y-Y \rightarrow I_{Aa} \rightarrow I_{Ab} \rightarrow V_{ab}$
 I_{Bb} I_{Cc} I_{bc} I_{ca} V_{bc} V_{ca}

هدف اوجد تيار Δ line

$P_{\Delta} = P_Y = P_{\Delta}$ (نعم Y و Δ ST $\leftarrow$ بعد ما اجمع ST $\leftarrow$ ST same use in $Y-Y$)

$$ST = 3 S_{1\phi}, S_{1\phi} = V_{an} I_{Aa}^*$$

EX:- we have 3ϕ system (ignore δ -line)

$V_{AN} = 120 \angle 0^\circ$, $Z_\Delta = 4 - j3$, find:-

a) PF of the load

b) I_{ab} , I_{ac}

c) ST power total delivered by the load (ST)?

Soln -

a) $Z_\Delta = 4 - j3 = 5 \angle -36.8^\circ$

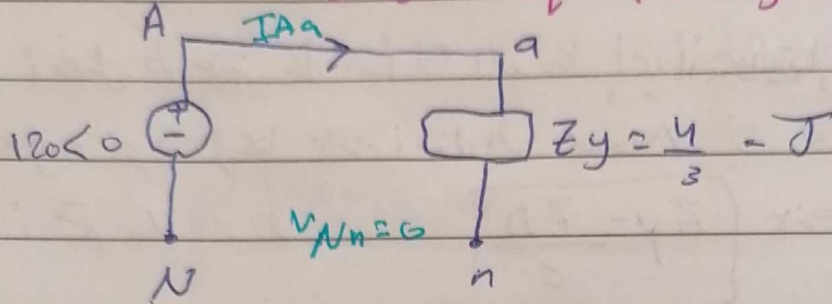
$PF = \cos(-36.8) = 0.8$ leading

b)

في Y-Y / Load Y-Δ

$$Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3} \rightarrow Z_Y = \frac{4 - j3}{3} = \frac{4}{3} - j$$

في Load equivalent single phase



جيب ال I_Aa

أجيب ال I_Aa

$$I_{Aa} = \frac{120 \angle 0^\circ}{\frac{4}{3} - j} = 7.2 \angle 36^\circ$$

abc

$$I_{ab} = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle 36^\circ + 30^\circ = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle 66^\circ$$

$$I_{ca} = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle 66^\circ + 120^\circ = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle 186^\circ$$

$$I_{ca} = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle 186^\circ - 180^\circ = \frac{7.2}{\sqrt{3}} \angle +6^\circ$$

c)

$$S_T = 3 S_{1\phi}$$

نقطه حفظ الطاقة

$$S_{1\phi} = V_{an} I_{Aa}^*$$

conj S_T

كل ال رقم موجبة

$$S_{1\phi} = (7.2 \angle 36^\circ) \left(\frac{4}{3} - j \right) (7.2 \angle -36^\circ)$$

rms

فالقوانين

$$S_{1\phi} = (7.2)^2 \left(\frac{4}{3} - j \right) = 68.4 \angle -36^\circ$$

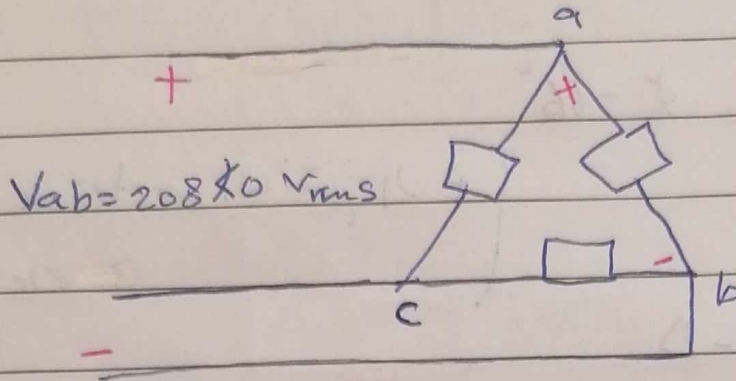
$$= 205.2 \angle -36^\circ \text{ VA}$$

فنازاد ال (7) في 3

Power total / Real / Rect / Power / Real / Rect / Power / Real / Rect

وال imag

EX:-

عند مواصفات الـ Z ؟

من قوتها

The load consumed total power of 24 K watt & of crest of power factor $pf = 0.8$ lagging, find:-

1) I_{ab}, I_{Aa} به الیه قیمة و زاویه

من الـ power و الـ pf بتذكر مثله القوة في بقدر أجل عليه

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

بسط

و الـ $p = |V_{ab}| |I_{ab}| \cos(\theta_v - \theta_i)$

$$24K = (208) I_{ab} (0.8)$$

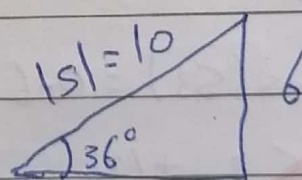
$$I_{ab} = \frac{24K}{208 \times 0.8} = 10K$$

$$\cos(\theta_v - \theta_i) = 0.8$$

$$\theta_i = -36^\circ$$

$$I_{ab} = \frac{10K}{208} \angle -36^\circ = 0.048 \angle -36^\circ$$

or direct by $S \rightarrow$



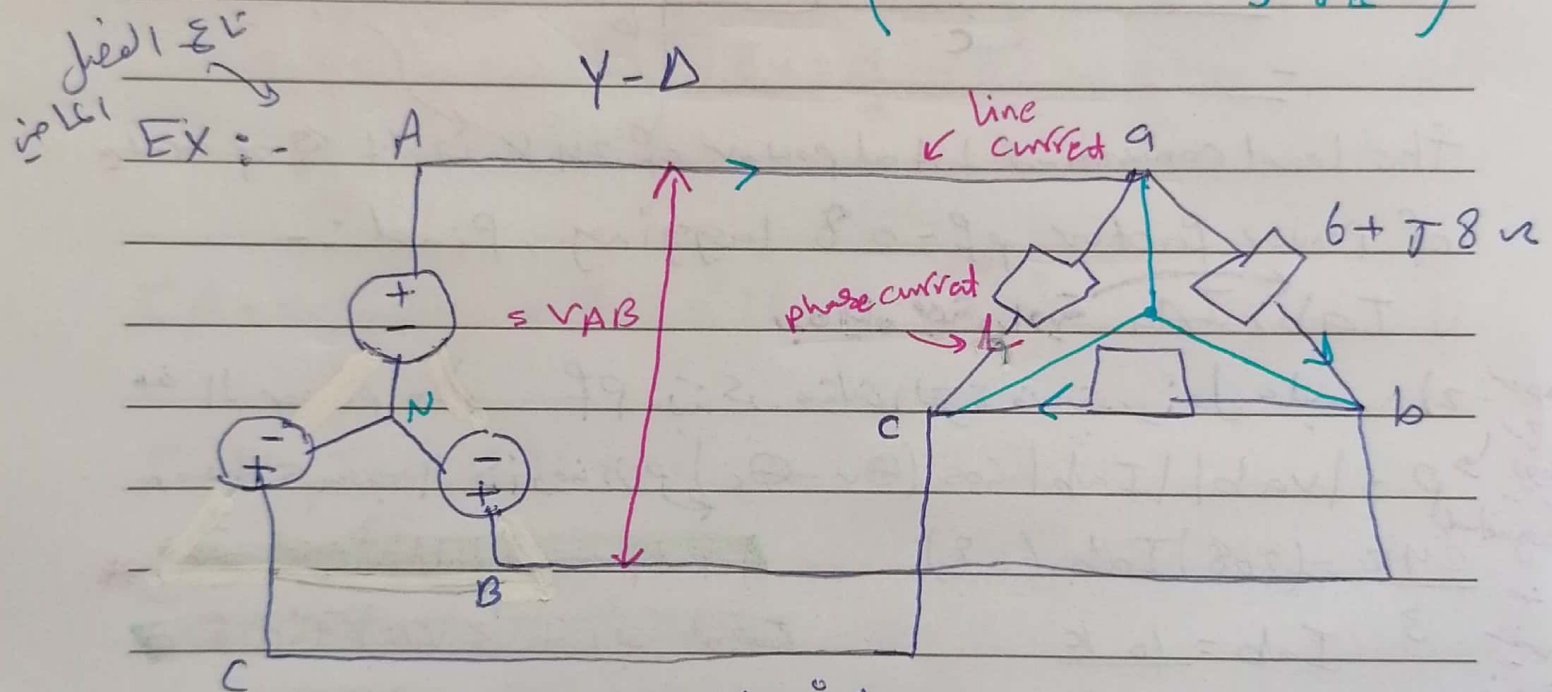
$$S = 10K \angle 36^\circ = 208 \angle 0^\circ \times I^*_{ab}$$

$$I_{ab} = \left(\frac{10K \angle 36^\circ}{208 \angle 0^\circ} \right)^* \rightarrow I_{ab} = \frac{10K}{208} \angle -36^\circ$$

$$I_{Aa} = \frac{\sqrt{3}(10k)}{208} \angle -36 - 30$$

$$I_{Aa} = \frac{\sqrt{3}(10k)}{208} \angle -66^\circ$$

trick صوانه نقيم (1) P
3 ne



$$I_{ab} = 30 \angle 30^\circ \text{ A rms}$$

find :-

a) I_{ac} b) I_{Aa} c) V_{ab} d) V_{AN}

e) $|S_T|$ f) $Pf \text{ load?}$ g) P_{Total}

soln $\uparrow$ apparent power

$$f) pf_{load} = \cos(S3) = 0.6 \text{ lagging}$$

$$a) I_{ca} = 30 \angle 30 + 120^\circ$$

$$I_{ac} = 30 \angle 150$$

$$I_{ac} = 30 \angle -30^\circ$$

b) $I A_1 = \sqrt{3}(30) < 30 - 30$

$$I A_9 = \sqrt{3} (30) < 0$$

c) $v_{AB} = (30 \angle 30^\circ)(10 \angle 53^\circ) = 300 \angle 83^\circ$

8 نقطة 1 و 2 في A في $\forall AB \rightarrow$ (نقطة 1 و 2)
 3 نقطة 1 و 2 في B عند نقطة 3

دلائل ما فیہا ج ۱ اذاریہ فیما بینہ لے کے کہ اصول $\Delta \leftarrow P$ اور نتیجہ

$VAB = 300 \angle 83^\circ \rightarrow 41,91 \angle 28,7^\circ \text{ V}$

$VAN = \frac{300}{\sqrt{3}} \leftarrow 83 - 30 \rightarrow$ رصعت رصوة

$$V_{AN} = \frac{300}{\sqrt{3}} < 53^\circ$$

التيار في $3\sqrt{5}$ و طرح 30

ما لفظ لفتح قسم $\sqrt{3}$ دكع 30

e) $S_T = 3 S_1 \cancel{\emptyset}$

$$s_1 \phi = (300 \times 83)(30 \times 30) = 9000 \times 53^\circ$$

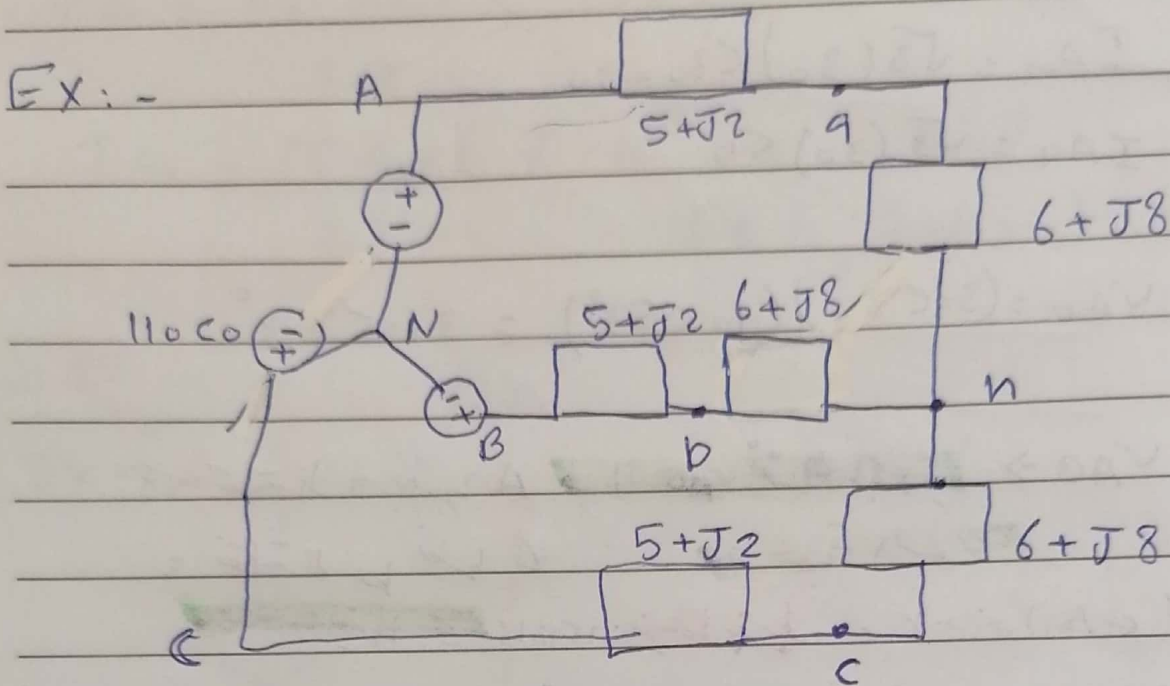
$$S_T = 3(9000 \text{ C/S}^{\circ}) = 27 \text{ K C/S}^{\circ}$$

g) $P_T = (I^2 R) \cdot 3 = 3 \cdot (30)^2 \cdot 6 = 16200 \text{ Watt}$

or by cooler ($27K(s^{\frac{6}{3}})$) to Rect.

$$S_T = 16249 + 21563.15 J$$

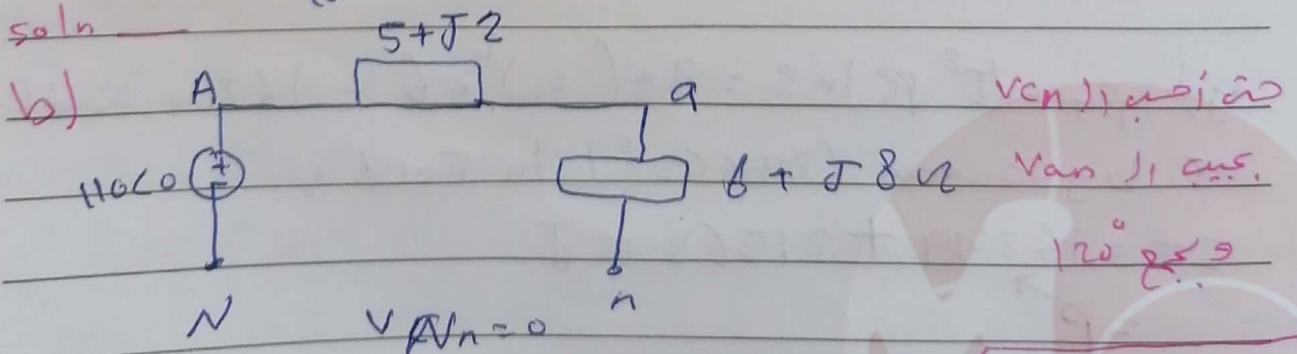
ρ →



The system is Y-Y system, find :-

- Pf load = $\cos \theta_z = \cos(53) = 0.6$ lagging
- V_{CN}
- V_{bc}
- total power complex delivered to the load
- total power delivered by the source
- total power loss in the ckt

soln



$$V_{an} = \frac{110 \angle 0^\circ}{11 + j10} (6 + j8) = 74 \angle 10.8^\circ \Rightarrow V_{CN} = 74 \angle 130.8^\circ$$

c) $v_{bc} \Rightarrow$

v_{an}

$\vec{a} \vec{b} \vec{c}$

$$V_{ab} = (\sqrt{3} (74 \angle 10.8^\circ + 30)) = 128.17 \angle 40.8^\circ$$

$$v_{bc} = 128.17 \angle 40.8^\circ - 120^\circ = 128.17 \angle -79.2^\circ$$

d) $S_T = 3 S_{\phi}$

$$S_{\phi} = V_{an} I_{Aa}^* = (74 \angle 10.8^\circ) \left(\frac{110 \angle 0}{11 + j10} \right) \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في الحمل}$$

e) $S_{source} \rightarrow$

جزء الطاقة المبددة في كابل

جزء الطاقة المستهلكة في الحمل

نتيجة

$$S_{source} \rightarrow V_{an} I^* \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في المصدر}$$

$$S_{T, source} = 3 (110 \angle 0) \left(\frac{110 \angle 0}{11 + j10} \right)^* \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في المصدر}$$

$$S_{T, source} = 2441.8 \angle 137.7^\circ \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في المصدر}$$

f) Power loss = power المبددة في كابل $\rightarrow$ ما هي داي

$$P = I^2 R \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في كابل}$$

$$P_{loss} = 3 (I_{Aa})^2 \times 5 \quad I_{Aa} = \frac{110 \angle 0}{\sqrt{11^2 + 10^2}} = 7.78 \angle -45^\circ$$

$$P_{loss} = 907.926$$

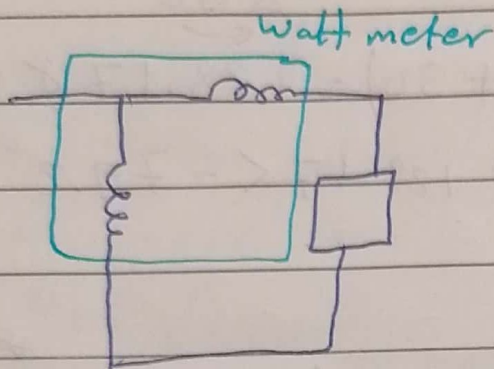
If we need ϕ_{loss}

$$\phi_{loss} = 3 \left(\frac{11}{\sqrt{2}} \right)^2 \times 2 \rightarrow \text{مقدار الطاقة المستهلكة في كابل}$$

$$\phi_{loss} = 363$$

$$S_{loss} = P_{loss} + j \phi_{loss} = 3(I^2 R + I^2 X)$$

file solved prob!



و ربط watt meter لقياس
power لقياس
load ل

ال watt meter ب يقيس power لل بعد / ولو في كس

معا في بعد (من بعد) (من بعد) (من بعد)

The end