BASIC AND ADVANCED LOW VOLTAGE CALCULATIONS SUMMARY SHEET.

الحسابات الأساسية والمتقدمة للفولط المنخفض

ورقة ملخصة

---

1) OHM'S LAW

قانون أوم

$$V = IR$$

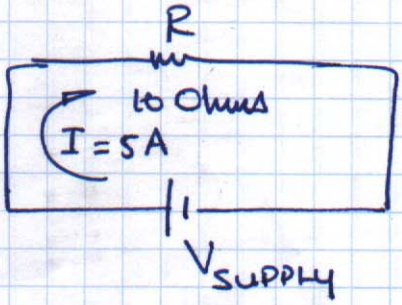
الجهد = التيار × المقاومة

EXAMPLE:

مثال:

SIMPLE SERIES CIRCUIT WITH 10 OHM RESISTOR AND CURRENT FLOWING IS 5 AMPS. WHAT IS THE VOLTAGE OF THE SOURCE?

دائرة بسيطة على التوالي بمقاومة ١٠ أوم ويمر بها تيار ٥ أمبير. ما هو جهد المصدر؟



$$V_{SUPPLY} = I \times R$$
$$= 5 \times 10 = 50 \text{ VOLT.}$$

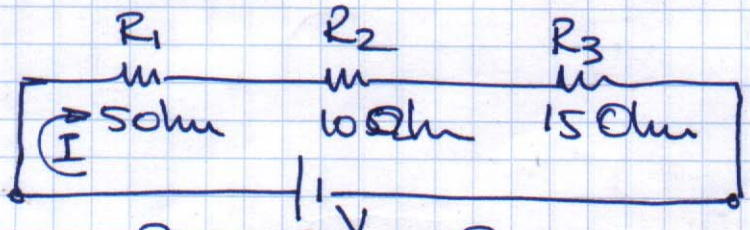
---

2) RESISTORS IN SERIES

المقاومات على التوالي:

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

المقاومة الكلية ← المقاومات المفردة

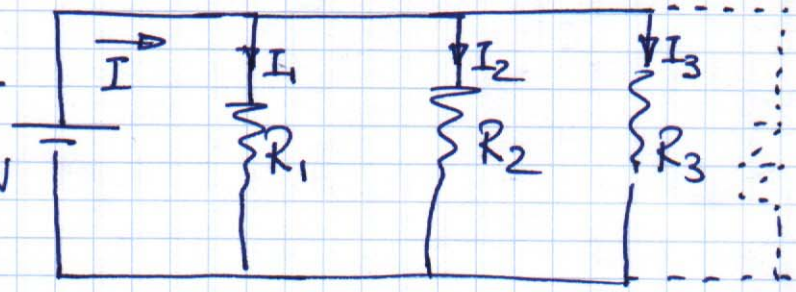


المقاومات على التوالي تمر بها نفس التيار ويقسم الجهد بينها بنسبة المقاومات

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 10 + 15 = 30 \text{ Ohm.}$$

3) RESISTORS IN PARALLEL المقاومات على التوازي .

$$\frac{1}{R_{TOT}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$



للمقاومات على التوازي جمع المقاومات يكون عليها نفس الجهد وينقسم التيار الكلي ليمر بنسبة المقاومات العكسية (أي المقاومة الكبيرة يمر بها تيار صغير والمقاومة الصغيرة يمر بها تيار كبير).

EXAMPLE: مثال

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

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

$$R_{TOT} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = 6.667 \text{ Ohm.}$$

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{200}{6.667} = 30 \text{ Amp.}$$

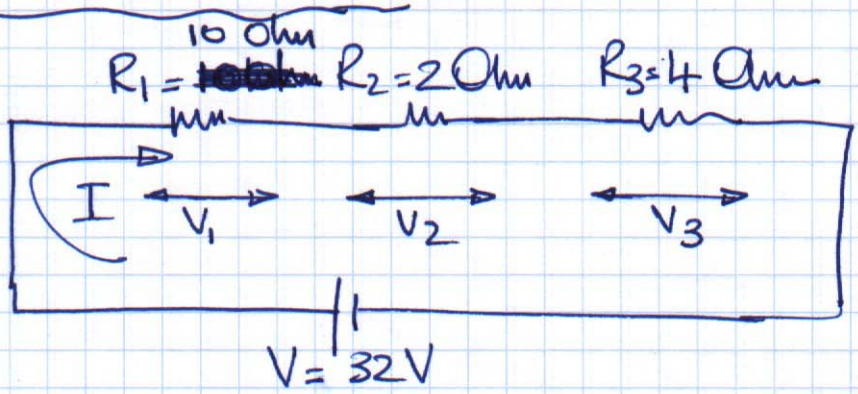
$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * I = 30 \times \frac{20}{10 + 20} = 20 \text{ Amp}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * I = 30 \times \frac{10}{10 + 20} = 10 \text{ Amp.}$$

$I_1 + I_2 = I = 10 + 20 = 30$ Amp. كبرى ملاحظة

4) VOLTAGE DISTRIBUTION OVER RESISTORS IN SERIES:

توزيع الجهد على المقاومات التي على التوالي :



$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{32}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{32}{10 + 2 + 4} = 2 \text{ Amp.}$$

$$V_1 = IR_1 = 2 * 10 = 20 \text{ VOLT}$$

يقسم الجهد بين المقاومات التي التوالي بنسبة المقاومة المباشرة.

ALSO

$$V_1 = V * \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$= 32 * \frac{10}{10 + 2 + 4}$$

$$= 20 \text{ VOLT.}$$

SIMILARLY مثل :

$$V_2 = IR_2 = 2 * 2 = 4 \text{VOLT}$$

$$= V * \frac{R_2}{R_{TOT}} = 32 * \frac{2}{16} = 4 \text{VOLT}$$

ALSO كذلك :

$$V_3 = IR_3 = 2 * 4 = 8 \text{ VOLT}$$

$$= V * \frac{R_3}{R_{TOT}} = 32 * \frac{4}{16} = 8 \text{VOLT.}$$

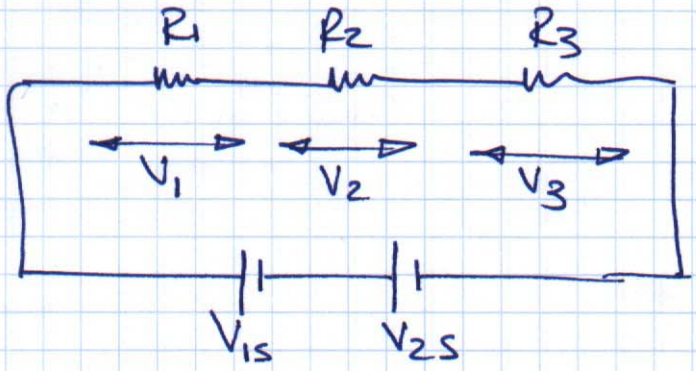
$V_1 + V_2 + V_3 = 20 + 4 + 8 = 32 V = V$ مجرد ملحوظة

5) KIRCHOFF'S VOLTAGE LAW:

قانون كيرشوف للجهد:

FOR ANY CLOSED CIRCUIT SUM OF VOLTAGE DROPS EQUALS SUM OF VOLTAGE SOURCES.

لأى دائرة مغلقة يكون مجموع الهبوط فى الجهود يساوى مجموع مصادر الجهد.



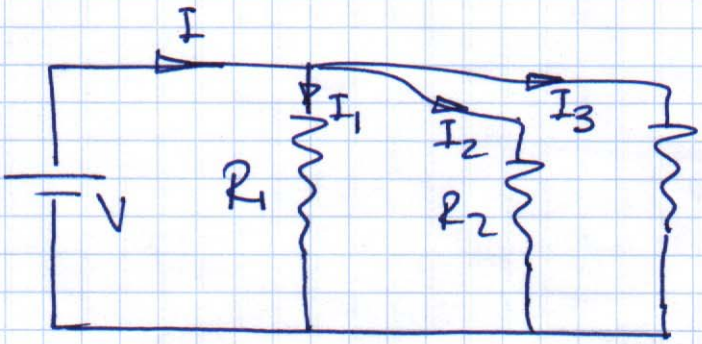
$$V_{1S} + V_{2S} = V_1 + V_2 + V_3.$$

6) KIRCHOFF'S CURRENT LAW:

قانون كيرشوف للتيار:

AT ANY NODE IN A CIRCUIT SUM OF CURRENTS ENTERING NODE EQUALS SUM OF CURRENTS LEAVING NODE.

عند أى نقطة وصل وتفريع فى دائرة مجموع التيارات الداخلة على النقطة يساوى مجموع التيارات الخارجة من النقطة



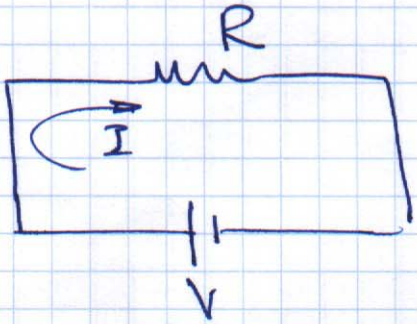
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

7) POWER IN DC CIRCUITS

القدرة فى دوائر التيار المستمر

$$\text{POWER} = P = VI$$
$$= \frac{V^2}{R}$$
$$= I^2R$$

(WATT) وات



(8) CALCULATION OF RATED LV CURRENT OF SINGLE PHASE TRANSFORMER

حساب التيار المقنن على ناحية الضغط المنخفض على محول وجه واحد.

TRANSFORMER RATIO V_H / V_L نسبة تحويل المحول

V_H ← ضغط عالي
V_L ← ضغط منخفض

KVA RATING قدرة المحول بالـ ك.ف.أ

I_L = LOW VOLTAGE SIDE RATED CURRENT

$$= \frac{\text{KVA RATING}}{V_L}$$

EXAMPLE = مثال :

200 KVA TRANSFORMER 22000/400 V, 1-PHASE

للتحويل من كيلو ڤولت أمبير إلى ڤولت أمبير

$$I_L = \frac{200 * 1000}{400} = 500 \text{ Amp.}$$

9) CALCULATION OF RATED LV CURRENT OF 3-PHASE TRANSFORMER.

حساب التيار المقنن على ناحية الضغط المنخفض لمحول ثلاثي الأوجه

TRANSFORMER RATIO (نسبة تحويل المحول)

$$= V_H / V_L$$

KVA RATING ⟵ قدرة المحول بالـ ك.ف.أ

EXAMPLE : مثال

1600 KVA TRANSFORMER 22000/400 V, 3-PHASE:

$$I_L = \frac{\text{KVA RATING}}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{1600 * 1000}{\sqrt{3} * 400}$$

$\sqrt{3} = 1.73205$

$$= 2309.4 \text{ Amp.}$$

10) CALCULATION OF MAXIMUM SHORT CIRCUIT CURRENT ON SECONDARY OF POWER TRANSFORMER 3 - PHASE:

حساب أقصى تيار قصر على ناحية الضغط المنخفض لمحول قوى ثلاثي الأوجه

GIVEN =

KVA RATING OF TRANSFORMER — قدرة المحول بالـ ك.ف.أ

RATED SECONDARY VOLTAGE — الجهد المقنن الثانوي

TRANS. IMPEDANCE IN PERCENT — معاوقة المحول بالنسبة المئوية

المعطيات :

EXAMPLE :

مثال :

TRANSFORMER 22000/400 V (V_L), 1600 KVA (KVA RATED), 3-PHASE

TRANSFORMER IMPEDANCE = 6% = U_{sc}

$$I_{sc_{MAX}} = \frac{\text{KVA RATED} * 1000}{\sqrt{3} * \frac{U_{sc}}{100} * V_L}$$

$$= \frac{1600 * 1000}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 400} = 38490 \text{ Amp}$$

$$= 38.49 \text{ KA.}$$

11) CURRENT TRANSFORMATION RATIO IN CURRENT TRANSFORMERS.

نسبة تحويل التيار في محولات التيار .

CURRENT TRANSFORMER = CT CT اي اختصار لمحول التيار

TRANSFORMATION RATIO نسبة التحويل

$$I_1 / I_2 \text{ Amp}$$

↑ → STANDARD 5A OR 1A.

إما ٥ أمبير
إما ١ أمبير

EXAMPLE: مثال :

CT 600/5 A
420A Flows in Primary Side. What is the Secondary Current?

محول تيار ٦٠٠/٥ أمبير
يمر في الملف الابتدائي ٤٢٠ أمبير
ما قيمة التيار في الملف الثانوي

$$I_S = 420 * \frac{I_2}{I_1}$$

$$= 420 * \frac{5}{600} = 3.5 \text{ Amp.}$$

(12) HP TO WATT TRANSFORMATION AND VICE-VERSA

تحويل من حصان إلى واط والعكس .

1 HP = 746 WATT

1 KWATT = 1000 WATT = 1.34 HP.

13) POWER IN AC CIRCUITS SINGLE PHASE.

القدرة في دوائر التيار المتردد . وجه واحد

P = ACTIVE POWER (WATT) = VI × PF

القدرة الفعالة بالوات

PF = POWER FACTOR = $\cos\phi$

Q = REACTIVE POWER (VAR)

القدرة التفاعلية = $VI \times \sin\phi$

VOLT AMPERE REACTIVE

S = APPARENT POWER (VA) = VI

القدرة الظاهرية

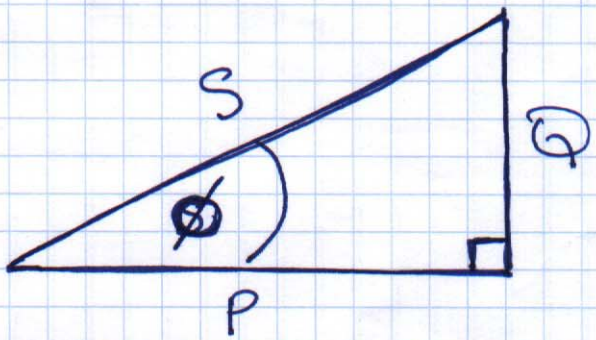
VOLT AMPERE

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

POWER TRIANGLE: مثلث القدرة

$$\cos\phi = \frac{P}{S} = PF$$

$$\sin\phi = \frac{Q}{S}$$



14) POWER IN AC CIRCUITS, 3φ

القدرة في دوائر التيار المتردد ثلاثية الأوجه

$$P = \sqrt{3}\, VI \cos\phi = \sqrt{3}\, VI * PF \quad (WATT)$$

$$Q = \sqrt{3}\, VI \sin\phi \quad (VAR)$$

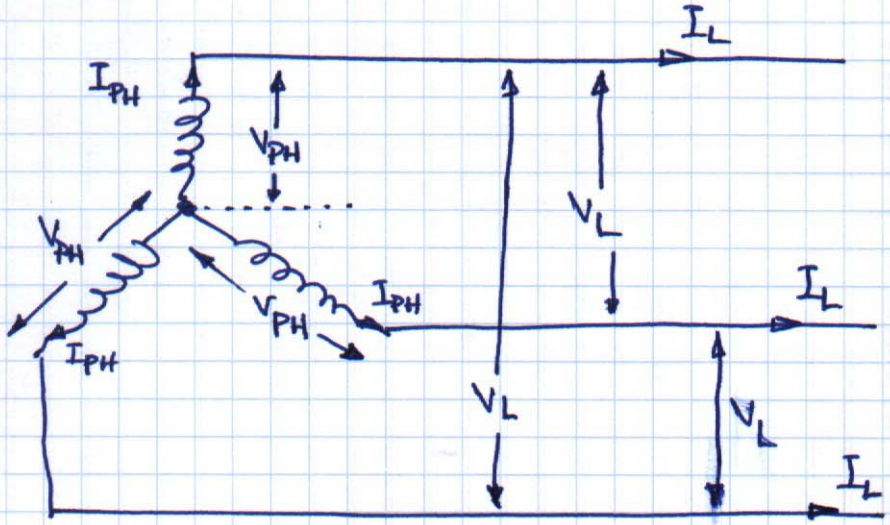
$$S = \sqrt{3}\, VI$$

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

9
15)

LINE TO PHASE QUANTITIES IN STAR CONNECTED 3-PH SYSTEMS.

التحويل من كميات الخط إلى كميات الفازة في دوائر ثلاثية الأوجه موصلة لطريقة النجمة (ستار)



V_{PH} = PHASE VOLTAGE = جهد الفازة (PHASE TO NEUTRAL) (الفازة إلى المعادل)

I_{PH} = PHASE CURRENT = تيار الفازة

V_L = LINE VOLTAGE = جهد الخط (PHASE TO PHASE) (الفازة إلى الفازة)

I_L = LINE CURRENT = تيار الخط

P_{3PH} = 3 PHASE POWER = القدرة للثلاث أوجه

P_{PH} = PHASE POWER = القدرة في وجه واحد

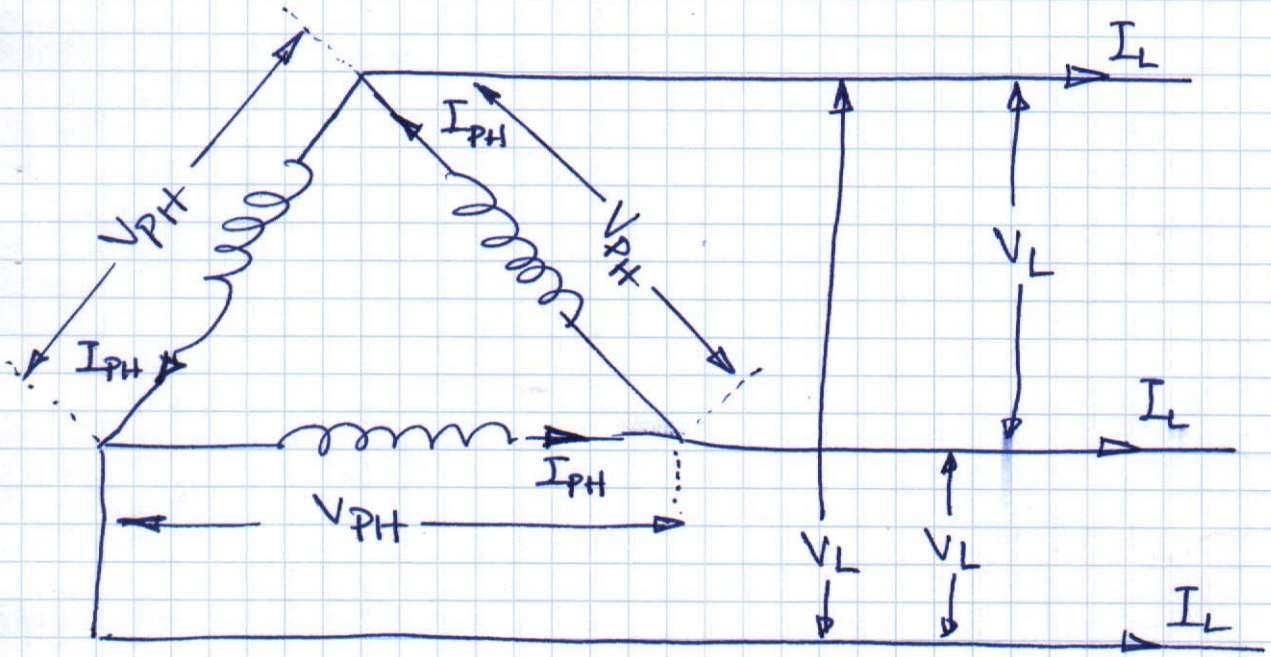
$$V_{PH} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \qquad (\sqrt{3} = 1.732)$$

$$I_{PH} = I_L$$

$$P_{PH} = \frac{P_{3PH}}{3}$$

16) LINE TO PHASE QUANTITIES IN DELTA CONNECTED 3-PH SYSTEMS

التحويل من كميات الخط إلى كميات الفازة في الدوائر ثلاثية الأوجه الموصلة بطريقة "دلتا"



$$V_{PH} = V_L$$

$$I_{PH} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

$$P_{PH} = P_{3PH} / 3$$

---

17) CALCULATION OF RATED CURRENT OF MOTOR.

حساب التيار المقنن للموتور

GIVEN: HP, 3ϕ VOLTAGE, PF, η

المعطيات: القدرة بالحصان، الجهد ثلاثية فاز، معامل القدرة، الكفاءة

$$I_{MOTOR} = \frac{HP * 746}{\sqrt{3} * V * PF * \eta}$$

EXAMPLE: 75HP, 380V, 0.8 PF MOTOR: $\eta = 0.9$ (90%)

$$I = \frac{75 * 746}{\sqrt{3} * 380 * 0.8 * 0.9} = 118 \text{ Amp.}$$

18) CHOICE OF CB AND CABLE FOR AGIVEN LOAD

إختيار المفتاح (القاطع) والكابل لحمل معين.

GIVEN: LOAD CURRENT (IF GIVEN LOAD AS POWER THEN CALCULATE CURRENT)

المعطيات: تيار الحمل (لو كان الحمل المعطى معرف بالقدرة إذا فيكمل حساب التيار).

I_L = LOAD CURRENT — تيار الحمل

I_{CB} = CIRCUIT BREAKER CURRENT — تيار القاطع

$= 1.25 * I_L$

I_{CB_R} = RATED CIRCUIT BREAKER CURRENT (STANDARD) — تيار القاطع المعتمد

= FIRST STANDARD CB RATING $\geq I_{CB}$ — أول تيار قياسي لقاطع أكبر من أو يساوي I_{CB}.

I_C = CABLE CURRENT — تيار الكابل

$= 1.2 * I_{CB_R}$

I_{CS} = STANDARD CABLE CURRENT — تيار الكابل القياسي

= FIRST STANDARD CABLE SIZE GIVING $I_{CS} \geq I_C$ — التيار لأول كابل قياسي يعطي I_{CS} أكبر من أو يساوي I_C.

CS = CABLE CROSS SECTION EQUIVALENT TO I_{CS} — مقطع الكابل المناظر للتيار I_{CS}

EXAMPLE.

EXAMPLE

مثال

50 HP MOTOR, 3ϕ, 380V, PF-0.85. CHOOSE CB & CABLE SUITABLE FOR THIS MOTOR.

موتور ٥٠ حصان، ٣ فاز، ٣٨٠ فولت، معامل القدرة ٠,٨٥ - - إختيار القاطع والكابل المناسبين لهذا الموتور.

$$I_L = \frac{50 * 746}{\sqrt{3} * 380 * 0.85} = 66.67 \text{ Amp.}$$

$$I_{CB} = 1.25 \times I_L = 1.25 \times 66.67 = 83.34 \text{ Amp.}$$

$I_{CB_2} = 100\ A$ باختيار أول قاطع قياسي ذو تيار أعلى من أو يساوي ٨٣,٣٤ أمبير يكون رمزه القاطع الأطلوبة ١٠٠ أمبير.

$$I_c = 1.2 * I_{CB_2} = 1.2 * 100 = 120A$$

$I_{CS} = 144A\ (> 120A)$ THREE CORE CABLE ($3 * 35\ mm^2$)
STRANDED COPPER, XLPE INSULATION, PVC SHEATH
UNARMOURED CABLE, LAID IN FREE AIR

يتم إختيار كابل (من الجداول والكتالوجات) ثلاثي ٣ * ٣٥ مم النيار المقنن له ١٤٤ A عند وضعه في الهواء الطلق والكابل نحاس معزول XLPE وحماية خارجية PVC وهو غير مسلح.

←

19) CALCULATION OF VOLTAGE DROP ON CABLES

حساب هبوط الجهد على الكابلات :

GIVEN : المعطيات :

* LOAD CURRENT * تيار الحمل *
* CABLE CROSS SECTION & SPECIFICATIONS * مقطع الكابل ومواصفاته *
* CABLE LENGTH * طول الكابل *
* VOLTAGE DROP/M/A * هبوط الجهد لكل متر لكل أمبير *
  - (FROM TABLES AND CATALOGS ACCORDING TO CABLE SECTION AND SPECIFICATIONS). (من الكتالوجات حسب مقطع الكابل ومواصفاته).

EXAMPLE مثال :

CONTINUE EXAMPAE FROM ITEM (18) أكمل المثال من البند "١٨"

CABLE LENGTH = 130 m طول الكابل ١٣٠ م

CABLE WAS:

3ϕ, $3*35\ mm^2$, COPPER, XLPE INSULATED, PVC SHEATHED.

- FROM TABLES : من الجداول والكتالوجات :

VOLT. DROP/M/A = 1.2 mV/m/A

∴ TOTAL VOLTAGE DROP = الهبوط الإجمالي في الجهد =

$$\frac{1.2}{1000} * 130 * 66.67 = 10.4 \text{ VOLTS.}$$

$\frac{1.2}{1000}$: للتحويل من ميلي فولت إلى فولت.

130 : الطول

66.67 : تيار الحمل من مثال "١٨"

∴ VOLTAGE DROP IN PERCENT = الهبوط في الجهد كنسبة مئوية

$$\frac{10.4}{380} * 100 = 2.74\%$$

- ACCEPTED AS < 5% ومقبول مبدأ أنه أقل من ٥٪

20) CALCULATION OF RATING (in VAR) OF POWER FACTOR CORRECTION CAPACITORS.

حساب السعة بالـ VAR للكثفات تحسين معامل القدرة.

GIVEN:

LOAD POWER "P" IN WATT — قدرة الحمل بالوات

OLD POWER FACTOR "PF_O" — معامل القدرة الأصلي

DESIRED POWER FACTOR "PF_N" — معامل القدرة المرغوب

CALCULATION STEPS:

خطوات الحساب:

S_O = OLD APPARENT POWER (VA) القدرة الظاهرية الأصلية بالـ ف.أ

$$= \frac{P}{PF_O}$$

Q_O = OLD REACTIVE POWER (VAR) القدرة الغير فعالة الأصلية بالفار

$$= \sqrt{S_O^2 - P^2}$$

S_N = NEW APPARENT POWER (VA) القدرة الظاهرية المرغوبة بالـ ف.أ

$$= \frac{P}{PF_N}$$

Q_N = NEW REACTIVE POWER (VAR) القدرة الغير فعالة المرغوبة بالفار

Q_C = RATING OF CAPACITOR BANK (VAR) سعة مكثفات تحسين معامل القدرة بالفار

$$= Q_O - Q_N$$

EXAMPLE.

15/4

EXAMPLE:

LOAD 200 KW WITH PF = 0.6

FIND CAPACITOR RATING NEEDED TO IMPROVE PF TO 0.95.

مثال

حمل ... كيلو وات وذو معامل قدرة ٠,٦ - ١ وجد سعة المكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة إلى ٠,٩٥

$P = 200\ KW = 200000\ WATT$

$PF_0 = 0.6$

$PF_N = 0.95$

$$S_0 = \frac{P}{PF_0} = \frac{200000}{0.6} = 333333.33\ VA$$

$$Q_0 = \sqrt{(333333.33)^2 - (200000)^2} = 266666.67\ VAR$$

$$S_N = \frac{P}{PF_N} = \frac{200000}{0.95} = 210526.32\ VA$$

$$Q_N = \sqrt{(210526.32)^2 - (200000)^2} = 65736.82\ VAR$$

Q_C = CAPACITOR BANK SIZE

سعة مكثفات تحسين معامل القدرة

$= Q_0 - Q_N$

$= 266666.67 - 65736.82$

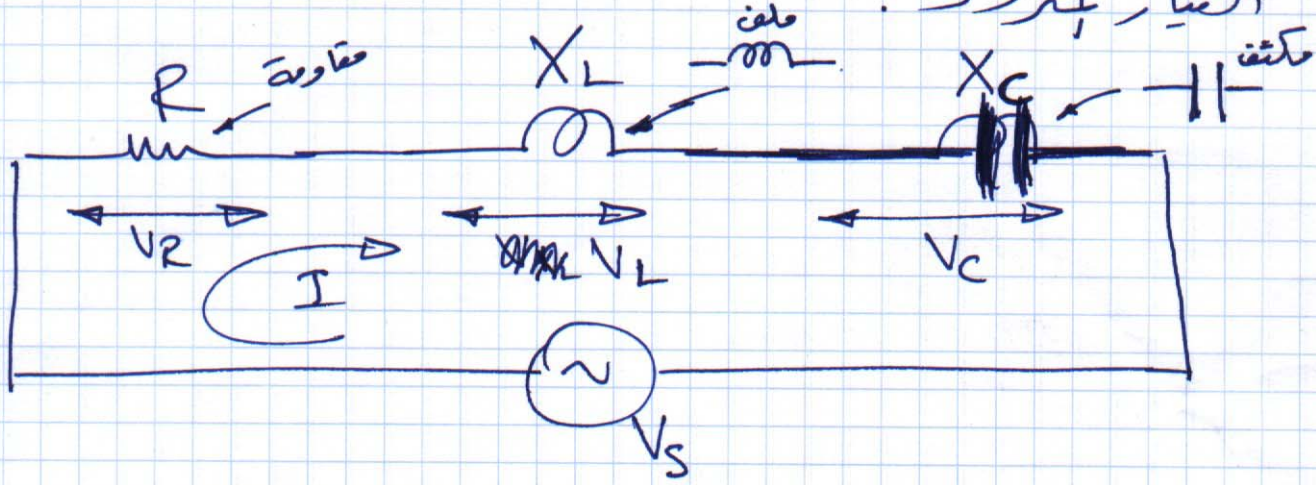
$= 200929.85\ VAR \approx 200000\ VAR = 200\ KVAR$

(تقريباً يساوي)

16/4

21) RESISTANCE, REACTANCE IMPEDANCE IN AC CIRCUITS

المقاومة ، المفاعلة والمعاوقة في دوائر التيار المتردد .



R = RESISTANCE (OHM) المقاومة بالأوم وهي خاصية طبيعية من خواص المواد الموصلة

X_L = INDUCTIVE REACTANCE (OHM) المفاعلة الحثية بالأوم وهي نتيجة لمرور تيار متردد في موصل وحيث مجال مغناطيسي نتيجة مرور هذا التيار

X_C = CAPACITIVE REACTANCE (OHM) المفاعلة السعوية وهي نتيجة المجال الكهربي الناتج بين طرفي المكثف

X = REACTANCE المفاعلة الكلية

$$= X_L - X_C$$

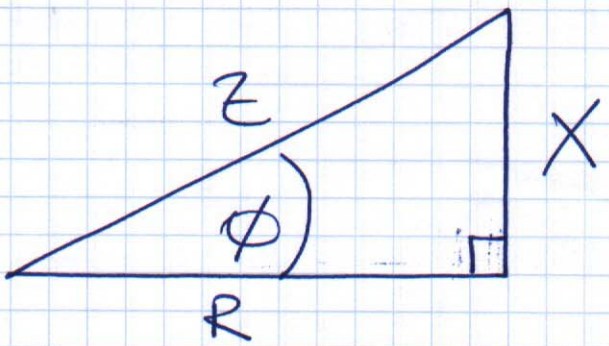
Z = IMPEDANCE (OHM) المعاوقة بالأوم وهي محصلة المقاومة والمفاعلة كما بالمثلث التالي .

17/4

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$\cos\phi$ = POWER FACTOR

$$= \frac{R}{Z}$$



IMPEDANCE TRIANGLE
مثلث المعاوقة

$$X_L = 2\pi F L$$

L ← INDUCTANCE (IN HENRY)
محاثة ذاتية بالهنري

F ← FREQUENCY (HERTZ)
التردد بالهرتز

$\pi = 3.1416$

$F = 50$ Hz

$$X_C = \frac{1}{2\pi F C}$$

C ← CAPACITANCE (FARAD)
السعة بالفاراد

$V_S = IZ$

$V_R = IR$

$V_L = IX_L$

$V_C = IX_C$

$S = V_S I$
$= I^2 Z$ (VA)

$P = V_S I \cos\phi$
$= I^2 R$ (W)

$Q = V_S I \sin\phi$
$= I^2 X$ (VAR)

$\cos\phi = PF$
$= \frac{R}{Z}$
$= \frac{P}{S}$