جامعة تشرين — تصحيح امتحان مقرر البنى التحتية ومصادر الطاقة
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (الهمك) — السنة الثالثة — الدرجة العظمى: مائة
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات — الدورة الفصلية الأولى للعام 2021-2022

القسم الأول /24 درجة/ يتألف من ستة أسئلة يُطلب الإجابة عليها جميعها.

1) أبدأ إجابتي بذكر مزايا محطات التوليد الحرارية (السطران الأولان)، وأتبعها بما يؤخذ عليها من عيوب. **(ست درجات)**

- لا يتعلق التوليد فيها بحالة الطقس بفضل إمكانية تخزين الوقود الأولي بكميات كبيرة نسبيا.
- إمكانية القيام بالتوليد المركب والمشترك.
- تعتمد على الوقود الأحفوري القابل للنضوب مع مرور الزمن.
- تعدّ من أكبر ملوثات البيئة. إذ تولد الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري كغازي أول وثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد الآزوت وغيرها...

2) أبيّن تاليا وظيفتي آليتي الفصل في قواطع الحماية الآلية. **(درجتان)**

- آلية الفصل الحرارية: الحماية من تيار التحميل الزائد (Overload).
- آلية الفصل المغناطيسية: الحماية من تيارات القصر (Short-Circuit Current).

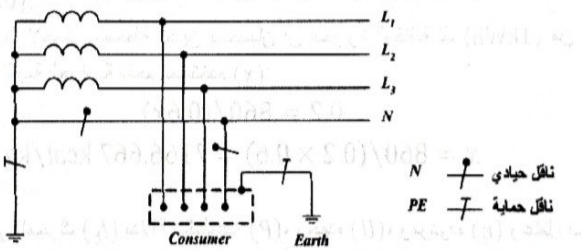
3) حول القاطع التفاضلي. **(أربع درجات)**

يؤمن القاطع التفاضلي الحماية من الصدمات الناجمة التيار المتسرب إلى الأرض.
أما نوعه الشائع الاستخدام في المباني السكنية فيتمتع بحساسية مقدارها (30mA).

4) أقدم فيما يلي أبرز عيوب المنصهرة (Fuse) والأثر غير المرغوب الناجم عنه. **(أربع درجات)**

- تعمل المنصهرات المركبة على الأطوار الثلاثة بشكل مستقل، فيؤدي انصهار إحداها إلى انقطاع التغذية عن الطور المعني واستمرارها على الطورين الآخرين.
- ينجم عن ذلك مشاكل فنية في دارات تغذية المحركات. ولهذا السبب لا يُنصح باستخدامها في حماية المحركات والمحولات من التحميل الزائد.

5) يبين الشكل التالي مخططا كهربائيا لنظام التأريض (TT) المعمول به في شبكات التوزيع. **(ست درجات)**



6) يدلّ الرمزان الواردان في النص عما يلي: **(درجتان)**

أ. مفتاح تبادل ب. مصباح فلوريسانت

القسم الثالث /44 درجة/ يتضمن مسألتين يُطلب حلهما كلتاهما.

1) مسألة الإنارة. **(أربع عشرة درجة)**

- يُحسب عدد المصابيح اللازمة لإنارة القاعة بالسوية المطلوبة (300Lux) من القانون التالي:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times UF \times MF} = \frac{300 \times 8 \times 5}{2000 \times 0.54 \times 0.8} \approx 14 \text{ lamps}$$

- نعلم قيمة الارتفاع الهندسي للمصباح ($H_m = 2\text{m}$) والنسبة ($\text{SHR} = 1.25$). فنحسب المسافة بين صفوف المصابيح كما يلي:

$$S = SHR \times H_m = 1.25 \times 2 = 2.5\text{m}$$

- نحسب عدد الصفوف (n_r) مع تقريب الناتج إلى أقرب عدد طبيعي إذا لزم الأمر، ثم نحسب عدد المصابيح في كل صف (n_l):

$$n_r = W/S = 5/2.5 = 2 \text{ rows}$$

$$n_l = N/n_r = 14/2 = 7 \text{ lamps per row}$$

2) مسألة الورشة الصناعية وتعويض الاستطاعة الردية. **(ثلاثون درجة)**

- نستخدم التذييلين 1 و2 للإشارة إلى مصابيح الإنارة والمحرك التحريضي، ثم نحسب قيمة الاستطاعة الردية لكل منهما:

$$\cos\varphi_1 = 1.0 \quad \Rightarrow \quad \tan\varphi_1 = 0$$
$$\cos\varphi_2 = 0.8 \quad \Rightarrow \quad \tan\varphi_2 \approx 0.75$$
$$Q_1 = P_1 \tan\varphi_1 = 2 \times 0 = 0$$
$$Q_2 = P_2 \tan\varphi_2 = 10 \times 0.75 = 7.5\text{kVAr}$$

- نحسب الاستطاعة الكلية الفعلية والردية. إذ نجمع الاستطاعة الفعلية لكلا الحملين جمعا جبريا، ونكرر الأمر مع الاستطاعة الردية:

$$P = P_1 + P_2 = 2 + 10 = 12\text{kW}$$
$$Q = Q_1 + Q_2 = 0 + 7.5 = 7.5\text{kVAr}$$

- نحسب الاستطاعة الظاهرية الكلية التي يقدمها المنبع للورشة، ثم نحسب قيمة عامل الاستطاعة الذي يعمل عليه:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{12^2 + 7.5^2} = 14.151\text{kVA}$$
$$\cos\varphi = P/S = 12/14.151 \approx 0.848$$

- نجد النسبة المثلثية ($\tan\varphi$) قبل التعويض الردي وبعده، ثم نحسب الاستطاعة الردية (Q_C) اللازم تعويضها على مدخل الورشة:

$$\cos\varphi = 0.848 \quad \Rightarrow \quad \tan\varphi \approx 0.625$$
$$\cos\varphi' = 0.93 \quad \Rightarrow \quad \tan\varphi' \approx 0.395$$
$$Q_C = P(\tan\varphi - \tan\varphi') = 12(0.625 - 0.395) = 2.76\text{kVAr}$$

القسم الثاني /32 درجة/ يتضمن مسألتين يُطلب حلهما كلتاهما.

1) مسألة محطة التوليد البخارية.

(ثماني درجات)

- نفرض أن القيمة الحرارية للفحم المستخدم (x)، فتكون الحرارة الناجمة عن احتراق (0.6kg) منه لتوليد (1kWh) من الطاقة الكهربائية هي (0.6xkcal).
- نعوض في علاقة المردود الإجمالي للمحطة آخذين بالحسبان أن الحرارة المكافئة لـ (1kWh) من الطاقة الكهربائية المولدة هي (860kcal)، ثم نحسب القيمة الحرارية للفحم المستخدم (x):

$$0.2 = 860/(0.6x)$$
$$x = 860/(0.2 \times 0.6) = 7166.667\ \text{kcal/kg}$$

2) مسألة الكابل.

(أربع وعشرون درجة)

- نحسب تيار العمل الطبيعي للمحرك (I_b) بدلالة استطاعته (P)، وجهده (U)، ومردوده (η) وعامل استطاعته ($\cos\varphi$)، ثم نحسب - من دون نسيان عامل تصحيح التمديد (K) - السعة الأمبيرية المصححة للكابل (I_t) ونقارنها مع سعته القياسية ($I_Z = 135\text{A}$).

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3}\,U_N \eta \cos\varphi} = \frac{40\times1000}{\sqrt{3}\times400\times0.9\times0.85} = 75.47\text{A}$$
$$I_t = I_b/K = 75.47/0.6 = 125.783\text{A} < 135\text{A}$$

- ما دام ($I_t < I_Z$) فاختبار التحمل الحراري للكابل محقق ويمكن استخدامه في تغذية المحرك.

ملاحظة: يمكن اختبار قدرة التحمل الحراري للكابل بطريقة أخرى. إذ نحسب السعة المصححة من جداء السعة القياسية وعامل التصحيح، ثم نقارنها مع تيار العمل الطبيعي للمحرك.

حل بديل متعلق بالملاحظة السابقة

$$I_t = KI_Z = 0.6 \times 135 = 95.18\text{A} > I_b$$

- نحسب هبوط الجهد (Δu)، ثم نحسب هبوط الجهد النسبي ($\Delta u\%$) ونقارنه مع القيمة المسموح بها (5%):

$$\Delta u = kI_b\ell(r_0\cos\varphi + x_0\sin\varphi)$$
$$\Delta u = \sqrt{3} \times 75.47 \times 0.06 \times (0.9 \times 0.85 + 0.08 \times 0.527) = 6.331\text{V}$$
$$\Delta u\% = \frac{\Delta u}{U} \times 100 = \frac{6.331}{400} \times 100 = 1.583\%$$

- إن ($\Delta u\% < 5\%$). ومنه نستنتج أن شرط هبوط الجهد محقق على الكابل.

----------انتهى----------

د.م. عصام حسامو