جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقة الكهربائية

امتحان مقرر حماية نظم القدرة والتنسيق
السنة الخامسة – الدورة الفصلية الثانية
العام الدراسي 2023 - 2024

الاسم:
المدة: ساعتان
الدرجة: ثمانون

السؤال الأول

10 درجات

محرك تحريضي استطاعته **4 MVA** وتوتره الاسمي **6.6 kV**، اشرح مبدأ عمل حماية كبح الدوار التي تستخدم لحماية هذا المحرك، وقم بمعايرتها، إذا علمت أن تيار الإقلاع لهذا المحرك يساوي **1400 A**.

السؤال الثاني

15 درجات

إذا تم وصل خط نقل **230 kV** على عطل، فان حماية وصل القاطع الآلي على عطل ستتدخل فورا لفصل القاطع الآلي وعزل هذا العطل، اشرح مبدأ عمل هذه الحماية، واذكر أهم الحمايات المستخدمة لحماية خط النقل هذا.

السؤال الثالث

55 درجة

بالاعتماد على الشكل المعطى لنظام القدرة الكهربائية يطلب حساب ما يلي:

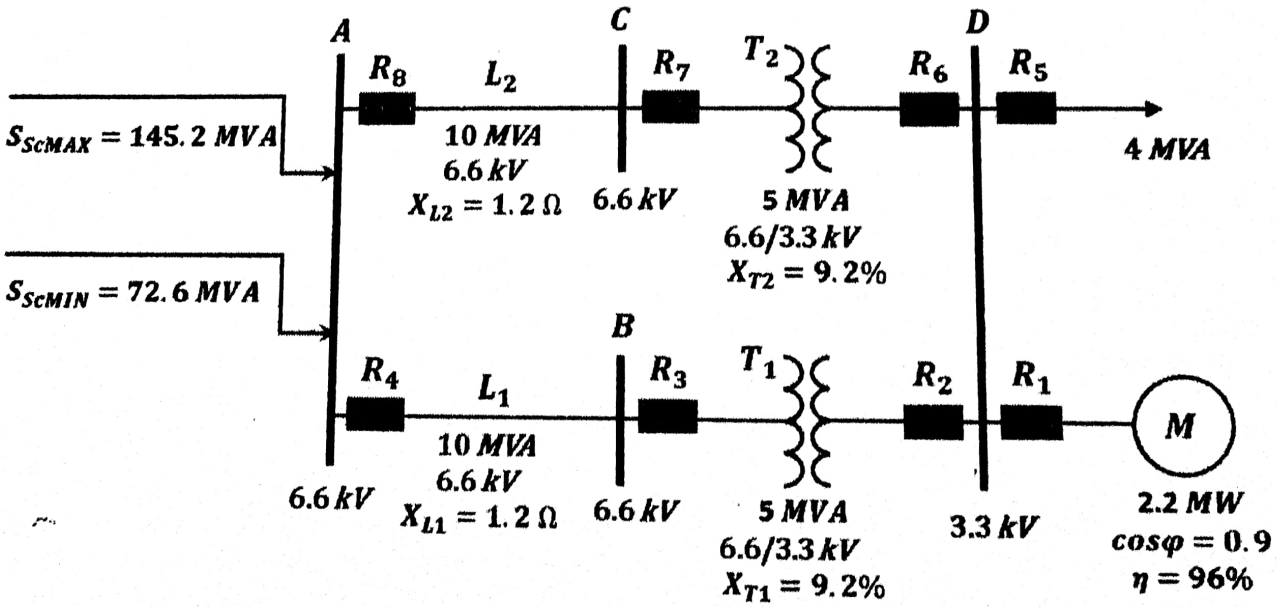
1. التيارات الاسمية التي يمكن أن تسري في دارة القياس لحمايات زيادة الشدة الموضحة ضمن الشكل المعطى.
2. القيم العظمى والصغرى لتيارات القصر على قضبان التجميع **A, B, C, D**
3. اختيار محولات التيار لحمايات زيادة الشدة: $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$
4. حساب تيارات الإقلاع وأزمنة العمل للحمايات السابقة، إذا علمت أن زمن عمل الحماية R_5 هو **0.4 ثانية**
5. لتجنب انقطاع التغذية عن الأحمال عند حصول عطل على وصول احدى المحولتين، يجب تركيب حمايات زيادة شدة اتجاهية اضافية. حدد مكان تركيب الحمايتين الاتجاهيتين، وقم بإجراء المعايرة لهما

ان عامل الحمل (K_L=1.3) وعامل الدقة الحدي (ALF=20) لجميع محولات التيار

تيار الإقلاع للمحرك التحريضي يساوي **900 A**

محولات التيار المتوفرة : 1200/1, 1000/1 , 800/1 , 500/1 , 400/1 , 300/1

قيم المعايرة لتيار الإقلاع لجميع الحمايات: Ip = [0.1 – 12]*In بخطوة مقدارها 0.1



انتهت الأسئلة

مع التمنيات بالنجاح للجميع

د. مظهر عزالدين

سلم تصحيح

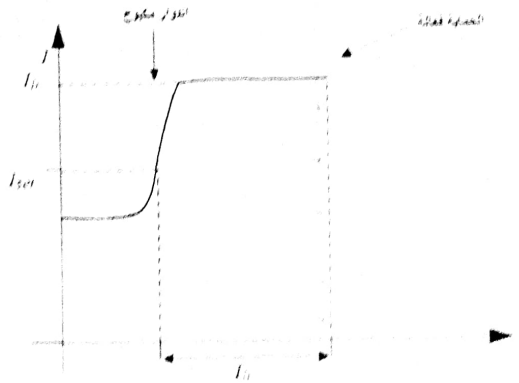
اسم المقرر	السنة	القسم	الدورة الفصلية
حماية نظم القدرة والتنسيق	الخامسة	هندسة الطاقة الكهربائية	الثانية: 2024/2023

السوال الأول

10 درجة

الحماية من كبح الدوار

تستخدم حماية كبح الدوار لحماية المحرك من توقف الدوار عن الدوران نتيجة لإعاقة ما. يتم الغاء عمل هذه الحماية خلال فترة اقلاع المحرك. في حالة العمل الطبيعي للمحرك، تتفعل هذه الحماية عندما تتجاوز قيمة التيار المقاس في أحد الأطوار على الأقل قيمة تيار تشغيل الحماية لفترة زمنية أكبر من زمن المعايرة. كما هو موضح في الشكل.



10 درجات

ان التيار الناتج عن كبح الدوار يساوي تيار الاقلاع المباشر للمحرك. لذلك فان تيار المعايرة لحماية كبح الدوار هو في أغلب الحالات نفسه للحماية من زمن الاقلاع الزائد. يتم معايرة الحماية وفق القواعد التالية.

$$I_{set} \cong \frac{I_{st}}{2} \quad \& \quad I_{set} > 1.3 I_n$$

$$T_{set} = \ 0.5 - 1 \ Sec$$

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_{nL}} = \frac{4 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3} = 350 \ A$$

$$1.3 I_n \leq I_{set} \leq \frac{I_{st}}{2}$$

$$455 \leq I_{set} \leq 700$$

$$I_{set} = 550 \ A \quad \& \quad T_{set} = \ 0.5 \ Sec$$

السوال الثاني

15 درجة

حماية وصل القاطع الآلي على عطل

تستخدم هذه الحماية بشكل رئيسي في خطوط النقل وبشكل خاص مع التوترات العالية. تعمل هذه الحماية على فصل القاطع الآلي بشكل لحظي عندما يتم اغلاقه على عطل سواء بشكل يدوي من قبل المشغل او بشكل آلي من قبل معيد الوصل. ان هذه الحماية تكون فعالة فقط عندما يكون الخط خارج الخدمة او يتم تفعيلها لحظة وضع الخط في الخدمة عن طريق أمر الاغلاق للقاطع الآلي، وفي جميع الأحوال يتم ابطال عملها بعد فترة زمنية قصيرة من وضع الخط في الخدمة (تحت التوتر). لذلك يجب أن تكون هذه الحماية قادرة على اكتشاف التغيرات في وضعية خط النقل (هل هو مفصول أم في الخدمة).

10 درجات

يمكن للحماية ان تتفعل داخليا (بشكل آلي) عندما يكون القاطع الآلي مفصول (جهد الخط صفر). يتم هذا عن طريق هوار زمية تحدد حالة الخط عن طريق اشارات الجهد والتيار الواردة من محولات القياس، حيث تعمل على تفعيل الحماية عندما يقل الجهد والتيار عن عتبة محددة مسبقا. يمكن ايضا تفعيل عمل هذه الحماية خارجيا عن طريق اشارة دخل واردة من أحد التماسات المساعدة للقاطع الآلي تشير الى ان القاطع مفصول أو عن طريق اشارة اغلاق القاطع. عند تحقق أحد شروط تفعيل الحماية كوصل القاطع الآلي يدويا مع وجود عطل فان حماية اغلاق القاطع الآلي على عطل تقوم بفصله لحظيا، اما ذاتيا بالاعتماد على مقارنة القيم المقاسة مع قيم المعايرة، أو بمساعدة بعض الحمايات الأخرى حيث يتم تسريع عملها عند وجود تأخير زمني. يمكن على سبيل المثال تحديد حماية زيادة الشدة اللحظية لتفصل القاطع الآلي عند وصله على

	عطل، أو يمكن تحديد المنطقة الثانية للحماية المسافية حيث تعمل على فصل القاطع الالي بشكل لحظي نتيجة لتسريع عملها من قبل حماية اغلاق القاطع الالي على عطل. لا يتم بشكل عام تزويد حماية اغلاق القاطع الالي على عطل بوظيفة تحديد اتجاه العطل وذلك لضمان الفصل السريع والامن للقاطع الالي عند وصل القاطع مع وجود قصر ثلاثي الطور. حيث أن المعلومات اللازمة لتحديد اتجاه العطل قد تكون غير متوفرة. ان قيمة جهد الاستقطاب قد تكون أحيانا غير كافية لتحديد اتجاه العطل	
5 درجات	أهم الحمايات لخط نقل 230 kV هي: • حماية مسافية رئيسية • حماية مسافية داعمة • حماية زيادة شدة اتجاهية للعطل الأرضي • حماية زيادة شدة للطور • حماية زيادة الحمل الحراري • حماية وصل القاطع الالي على عطل • حماية فشل القاطع الالي	

السوال الثالث

55 درجة

حساب التيارات الاسمية (5 درجات)	
$I_{n1} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_{nL1} COS\varphi\eta} = \frac{2.2 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 3.3 \times 10^3 \times 0.9 \times 0.96} = 446\ A$	1 درجة
$I_{n5} = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_{nL5}} = \frac{4 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 3.3 \times 10^3} = 700\ A$	1 درجة
$I_{n2} = I_{n6} = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_{nL2}} = \frac{5 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 3.3 \times 10^3} = 875\ A$	1 درجة
$I_{n3} = I_{n7} = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_{nL3}} = \frac{5 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3} = 437.4\ A$	1 درجة
$I_{n4} = I_{n8} = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_{nL4}} = \frac{10 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3} = 875\ A$	1 درجة
حساب القيم العظمى والصغرى لتيارات القصر (15 درجة)	
$X_{ScMIN} = \frac{U_{nl}^2}{S_{ScMAX}} = \frac{(6.6)^2}{145.2} = 0.3\ \Omega$	1 درجة
$X_{ScMax} = \frac{U_{nl}^2}{S_{ScMIN}} = \frac{(6.6)^2}{72.6} = 0.6\ \Omega$	1 درجة
$X_{T1}(6.6\ KV) = X_{T2}(6.6\ KV) = \frac{U_{1T1}^2}{S} \times X_T = \frac{(6.6)^2}{5} \times 0.092 = 0.8\ \Omega$	1 درجة
$X_{eq} = \frac{(X_{L1} + X_{T1}) \times (X_{L2} + X_{T2})}{(X_{L1} + X_{T1}) + (X_{L2} + X_{T2})} = \frac{(1.2 + 0.8) \times (1.2 + 0.8)}{(1.2 + 0.8) + (1.2 + 0.8)} = 1\ \Omega$	1 درجة
$I_{Sc(A)(Max)}(6.6\ KV) = \frac{U_{nl}}{\sqrt{3} \times X_{ScMIN}} = \frac{6.6 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.3} = 12702\ A$	1 درجة
$I_{Sc(B)(Max)}(6.6\ KV) = I_{Sc(C)(Max)}(6.6\ KV) = \frac{U_{nl}}{\sqrt{3} \times (X_{ScMIN} + X_{L1})} = \frac{6.6 \times 10^3}{\sqrt{3} \times (0.3 + 1.2)} = 2540\ A$	2 درجة

$I_{Sc(D)(Max)}(6.6\ KV) = \frac{U_{nl}}{\sqrt{3} \times (X_{ScMIN} + X_{eq})} = \frac{6.6 \times 10^3}{\sqrt{3} \times (0.3 + 1)} = 2931\ A$	2 درجة
$I_{Sc(D)(Max)}(3.3\ KV) = I_{Sc(D)(Max)}(6.6\ KV) \times \frac{U_{1T1}}{U_{2T1}} = 2931 \times \frac{6.6}{3.3} = 5862\ A$	1 درجة
$I_{Sc(A)(Min)}(6.6\ KV) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{U_{nl}}{\sqrt{3} \times X_{ScMax}} = \frac{U_{nl}}{2 \times X_{ScMax}} = \frac{6.6 \times 10^3}{2 \times 0.6} = 5500\ A$	1 درجة
$I_{Sc(B)(Min)}(6.6\ KV) = I_{Sc(C)(Min)}(6.6\ KV) = \frac{U_{nl}}{2 \times (X_{ScMax} + X_{L1})} = \frac{6.6 \times 10^3}{2 \times (0.6 + 1.2)} = 1833\ A$	1 درجة
$I_{Sc(D)(Min)}(6.6\ KV) = \frac{U_{nl}}{2 \times (X_{ScMax} + X_{L1} + X_{T1})} = \frac{6.6 \times 10^3}{2 \times (0.6 + 1.2 + 0.8)} = 1269\ A$	2 درجة
$I_{Sc(D)(Min)}(3.3\ KV) = I_{Sc(D)(Min)}(6.6\ KV) \times \frac{U_{1T1}}{U_{2T1}} = 1269 \times \frac{6.6}{3.3} = 2538\ A$	1 درجة
اختيار محولات التيار (5 درجات)	
$I_{np(CT1)} > I_{n1} \rightarrow I_{np(CT1)} > 446\ A$ $I_{np(CT1)} > \frac{I_{Sc(D)(Max)}(3.3\ KV)}{ALF} \rightarrow I_{np(CT1)} > \frac{5862}{20} > 293.1\ A$ $CT1 = 500/1$	1 درجة
$I_{np(CT5)} > I_{n5} \rightarrow I_{np(CT5)} > 700\ A$ $I_{np(CT5)} > \frac{I_{Sc(D)(Max)}(3.3\ KV)}{ALF} \rightarrow I_{np(CT5)} > \frac{5862}{20} > 293.1\ A$ $CT5 = 800/1$	1 درجة
$I_{np(CT2)} > I_{n2} \rightarrow I_{np(CT2)} > 875\ A$ $I_{np(CT2)} > \frac{I_{Sc(D)(Max)}(3.3\ KV)}{ALF} \rightarrow I_{np(CT2)} > \frac{5862}{20} > 293.1\ A$ $CT2 = CT6 = 1000/1$	1 درجة
$I_{np(CT3)} > I_{n3} \rightarrow I_{np(CT3)} > 437.4\ A$ $I_{np(CT3)} > \frac{I_{Sc(B)(Max)}(6.6\ KV)}{ALF} \rightarrow I_{np(CT3)} > \frac{2540}{20} > 127\ A$ $CT3 = CT7 = 500/1$	1 درجة
$I_{np(CT4)} > I_{n4} \rightarrow I_{np(CT4)} > 875\ A$ $I_{np(CT4)} > \frac{I_{Sc(A)(Max)}(6.6\ KV)}{ALF} \rightarrow I_{np(CT4)} > \frac{12702}{20} > 635.1\ A$ $CT4 = CT8 = 1000/1$	1 درجة
حساب تيارات الإقلاع (20 درجة)	
$I_{p1} = 1.3 \times I_{St} = 1.3 \times 900 = 1170 = \frac{1170}{500} = 2.34 \cong 2.4 \rightarrow I_{p1} = 2.4 \times 500 = 1200\ A$	3 درجة
$I_{p5} = 1.3 \times I_{n5} = 1.3 \times 700 = 910 = \frac{910}{800} = 1.14 \cong 1.2 \rightarrow I_{p2} = 1.2 \times 800 = 960\ A$	3 درجة
$I_{p2} \geq 1.3 \times I_{n2} \rightarrow I_{p2} \geq 1.3 \times 875 \rightarrow I_{p2} \geq 1137.5\ A$ $I_{p2} \geq 1.25 \times I_{p1} \rightarrow I_{p2} \geq 1.25 \times 1200 \rightarrow I_{p2} \geq 1500\ A$ $I_{p2} < 0.8 \times I_{Sc(D)(Min)}(3.3\ KV) \rightarrow I_{p2} < 0.8 \times 2538 \rightarrow I_{p2} < 2030.4\ A$	5 درجات

$I_{p2} = 1500 = \frac{1500}{1000} = 1.5 \rightarrow I_{p2} = I_{p6} = 1.5 \times 1000 = 1500\ A$	
$I_{p3} \geq 1.3 \times I_{n3} \rightarrow I_{p3} \geq 1.3 \times 437.4 \rightarrow I_{p3} \geq 569\ A$ $I_{p3} \geq 1.25 \times I_{p2} \rightarrow I_{p3} \geq 1.25 \times 1500 \times \frac{3.3}{6.6} \rightarrow I_{p3} \geq 938\ A$ $I_{p3} < 0.8 \times I_{Sc(D)(Min)}(6.6\ KV) \rightarrow I_{p3} < 0.8 \times 1269 \rightarrow I_{p3} < 1015.2\ A$ $I_{p3} = 938 = \frac{938}{500} = 1.88 \cong 1.9 \rightarrow I_{p3} = 1.9 \times 500 = 950\ A$	5 درجات
$I_{p4} \geq 1.3 \times I_{n4} \rightarrow I_{p4} \geq 1.3 \times 875 \rightarrow I_{p4} \geq 1137.5\ A$ $I_{p4} \geq 1.25 \times I_{p3} \rightarrow I_{p4} \geq 1.25 \times 950 \rightarrow I_{p4} \geq 1188\ A$ $I_{p4} < 0.8 \times I_{Sc(B)(Min)}(6.6\ KV) \rightarrow I_{p4} < 0.8 \times 1833 \rightarrow I_{p4} < 1466.4\ A$ $I_{p4} = 1188 = \frac{1188}{1000} = 1.19 \cong 1.2 \rightarrow I_{p4} = 1.2 \times 1000 = 1200\ A$	5 درجات
الأزمنة (3 درجات)	
$t_1 = 0.1\ Sec\ ,\ t_2 = t_6 = 0.7\ Sec\ ,\ t_3 = t_7 = 1\ Sec\ ,\ t_4 = t_8 = 1.3\ Sec$	3 درجات
~~معايرة حماية عدم تطابق الأطوار للمحرك M2~~	
يتم تركيب الحمايتين الاتجاهيتين في مكان وجود الحمايتين R6 و R2	2 درجة
ان تنسيق عمل الحمايتين الاتجاهيتين مع الحمايات R6 و R2 يضمن العمل الصحيح لنظام الحماية. لذلك يجب ان يكون تيار الإقلاع وزمن العمل للحمايات الاتجاهية أقل منه للحمايتين R6 و R2 بناء عليه فان تيار اقلاع قيمته أقل من 875 A وزمن عمل أقل من 0.4 Sec للحمايات الاتجاهية يعتبر مناسبا للعمل الصحيح لنظام الحماية. يمكن معايرة الحمايات لتعمل عند تيار تشغيل 600 A مع تأخير زمني مدته 0.2 Sec	4 درجة

انتهى سلم التصحيح

* في حال كانت إجابة الطالب جزئية أو غير دقيقة، يأخذ الطالب علامة جزئية يعود للمصحح تقديرها.
* إذا كانت طريقة الحل صحيحة ولكن الأجوبة خاطئة، ينال الطالب علامة جزئية يعود للمصحح تقديرها.
* إذا استخدم الطالب طريقة صحيحة للحل غير موجودة في سلم التصحيح فانه ينال كامل العلامة المستحقة.
* إذا كانت طريقة الحل تدل على عدم فهم الطالب للأسئلة أو إذا قام الطالب بكتابة أجوبة عشوائية لا علاقة لها بالأسئلة المطروحة، فانه يحق للمصحح شطب كامل علامة السؤال.

د. مظهر عز الدين