الكابلات الكهربية

- مقاومة الموصل

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \quad \text{---} (1)$$

حيث R مقاومة الموصل ρ - المقاومة النوعية للموصل حسب المادة المصنوع منها L طول الموصل A مساحة مقطع الموصل

كل مادة يصنع منها الموصل يكون لها معامل حرارى حيث تتأثر المادة بدرجة الحرارة وبالتالى فإن قيمة المقاومة تتغير تبعاً لدرجة الحرارة حيث أن المعادلة (١) قيمة المقاومة القياسية عند درجة حرارة 20° وبما أن الموصلات والكابلات تعمل فى درجات حرارة مختلفة فلا بد من حساب قيمة المقاومة باستخدام المعادلة التالية

$$R_t = R_{20} \left(1 + \alpha_{20} (t - 20) \right)$$

حيث أن R_t هى قيمة المقاومة عند درجة حرارة t

R_{20} هى قيمة المقاومة عند درجة حرارة 20° وتحسب من معادلة (١)

α_{20} هو المعامل الحرارى للمقاومة عند درجة حرارة 20°

وتوجد بعض الجداول الخاصة بالخواص الكهربية لبعض المواد المستخدمة فى صناعة موصلات الكابلات كما هو موضح بالكتاب (جدول ٣-١)

Scanned by CamScanner

مثال احسب مقاومة الموصل لكيبل تيار مستمر طوله 1.5 كم ومساحة مقطعه 185 مم² ومصنع من النحاس المخمر اذا كانت درجة حرارة الموصل هي 90° C

من خلال جدول (٣-١) يتم استنتاج بعض البيانات عن مادة النحاس المخمر وهي

$\alpha_{20} = 0.0039/C^\circ$ ، $\rho_{20} = 1.724 * 10^{-8}$ Ω.m

حساب قيمة المقاومة عند درجة حرارة 20 C°

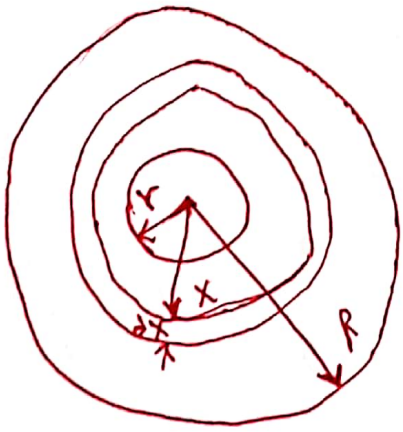
$$R_{20} = \frac{\rho_{20} L}{A} = \frac{1.724 * 10^{-8} * 1.5 * 10^{3}}{185 * 10^{-6}} = 0.13978\ \Omega$$

نحسب قيمة المقاومة عند درجة حرارة 90 C°

$$R_{90} = R_{20}\left(1 + \alpha_{20}(90-20)\right)$$

$$R_{90} = 0.13978\left(1 + 0.0039(90-20)\right) = 0.17794\ \Omega$$

من ذلك نستنتج أن درجة الحرارة تؤثر على قيمة مقاومة الموصل



* حساب سعة الكابل

حيث r نصف قطر الموصل

R نصف قطر الغلاف الداخلي

x نقطة داخل العازل تبعد مسافة x عن مركز الكابل

q هي الشحنة الكهربية

D كثافة الفيض الكهربي عند النقطة x والمسبب له الشحنة

Scanned by CamScanner

$$D = \frac{q}{2\pi x} \quad \text{Coulomb}/m^2 \longrightarrow$$

* شدة المجال الكهربي عند هذه النقطة (x)

$$E = \frac{D}{\epsilon} = \frac{q}{2\pi x \epsilon} \longrightarrow (4)$$

* حساب فرق الجهد بين الموصل والغلاف المعدني

$$V = \int_R^r -E \cdot dx = \int_R^r -\frac{q}{2\pi\epsilon x} \cdot dx =$$

$$= \frac{-q}{2\pi\epsilon} \int_R^r \frac{dx}{x} = \frac{-q}{2\pi\epsilon} \ln(r-R)$$

$$\therefore V = \frac{q}{2\pi\epsilon} \ln\frac{R}{r} \quad \text{volt} \longrightarrow (5)$$

حيث C هي السعة

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{\frac{q}{2\pi\epsilon}\ln\frac{R}{r}}$$

$$\therefore C = \frac{2\pi\epsilon}{\ln\frac{R}{r}} \quad F/m$$

حيث ϵ

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r = \frac{\epsilon_r}{36\pi} * 10^{-9}$$

$$\therefore C = \frac{2\pi\epsilon_r}{36\pi \ln\frac{R}{r} * 10^9} = \frac{\epsilon_r}{18 * 10^9 \ln\frac{R}{r}} \quad F/m$$

ϵ_r هو معامل السماحية النسبية للمادة العازلة للكابل

Scanned by CamScanner

* حساب شدة المجال الكهربي داخل الكابل

حيث يتم تصميم الكابل على أساس جهد التشغيل وليس الشحنة

$$E = \frac{q}{2\pi x \epsilon} \quad , \quad q = CV = \frac{2\pi\epsilon}{\ln \frac{R}{r}} \cdot V$$

$$\therefore E = \frac{\frac{2\pi\epsilon}{\ln \frac{R}{r}} \cdot V}{2\pi x \epsilon} \qquad \therefore E = \frac{V_o}{x \ln \frac{R}{r}}$$

V_o = القيمة العظمى لجهد التشغيل للكابل

تكون أكبر قيمة لشدة المجال الكهربي E_{max} تحدث عندما تكون

$x = r$

وتكون أقل قيمة لشدة المجال الكهربي E_{min} تحدث عندما

تكون $x = R$

$$E_{max} = \frac{V_o}{r \ln \frac{R}{r}} \quad , \quad E_{min} = \frac{V_o}{R \ln \frac{R}{r}}$$

حساب قيمة تيار الشحن

$$I_c = \omega C V \quad A$$

$\omega = 2\pi f$ حيث f هو التردد

Scanned by CamScanner

مثال احسب السعة وتيار الشحن لكل كيلو متر لكبل وحيد القلب اذا كان قطر الموصل 5 سم والقطر الداخل للغلاف المعدني 15 سم ومعامل السماحية النسبية للعازل $\epsilon_r = 3$ والكابل يعمل عند جهد متردد 132 kv والتردد 60 Hz احسب كذلك أقصى واذنى قيمة لشدة المجال الكهربي داخل الكابل.

$$R = 15/2 = 7.5 \text{ cm} \quad , \quad r = 5/2 = 2.5$$

$$C = \frac{\epsilon_r}{18 * 10^9 \ln \frac{R}{r}} = \frac{3}{18 * 10^9 \ln \frac{7.5}{2.5}} = 0.152 * 10^{-9} \text{ F/m}$$

$$\therefore C = 0.152 * 10^{-6} \text{ F/km}$$

$$I_c = \omega C V = 2\pi * 60 * 0.152 * 10^{-6} * 132 * 10^3$$

$$= 7.549 \text{ A/km}$$

عند حساب شدة المجال نعتمد على القيمة العظمى للجهد وليس القيمة الفعالة

$$E_{max} = \frac{U_0}{r \ln \frac{R}{r}} = \frac{132\sqrt{2}}{2.5 \ln \frac{7.5}{2.5}} = 67.97 \text{ kv/cm}$$

$$E_{min} = \frac{U_0}{R \ln \frac{R}{r}} = \frac{132\sqrt{2}}{7.5 \ln \frac{7.5}{2.5}} = 22.66 \text{ kv/cm}$$

Scanned by CamScanner

* السعة الأمبيرية للكابلات تعتمد على

١- طريقة تمديد الكابل (في الهواء - في الأرض)

٢- نوع التربة الموضوع بها الكابل وعمق الدفن

٣- المسافة بين الكابلات المجاورة

٤- عدد الكابلات في المجموعة بالإضافة إلى جهد التشغيل

٥- هل الكابل مدفون داخل مجرى أم في الأرض

ويتم استخدام الجداول لحساب السعة الأمبيرية على حسب المعطيات لكل كابل

* فقد الفولطية

حساب الهبوط في الجهد يتم حسابها من خلال الجداول أو من خلال الخواص الكهربية كما يلي

ملي فولت / أمبير / متر $mV/M/A = 2Z$ للوجه الواحد

دوائر ثلاثية الأوجه $mV/M/A = \sqrt{3}\,Z$

حيث Z هي معاوقة الكابل $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

مثال كابل من النحاس ذي قلب واحد مساحة مقطعه $240\ mm^2$ ومقاومته $0.098\ \Omega/km$ ومفاعلته $0.181\ \Omega/km$

احسب فقط الفولطية

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(0.098)^2 + (0.181)^2} = 0.2058\ \Omega/km$$

$$mV/M/A = 2Z = 2 * 0.2058 = 0.4116\ mV/m/A$$

في حالة دائرة ثلاثية الأوجه

$$mV/M/A = \sqrt{3}\,Z = \sqrt{3} * 0.2058 = 0.3564\ mV/m/A$$

Scanned by CamScanner

تصنيف الكابلات الكهربية

أولاً من حيث عدد القلوب في الكابل

- الكابل ذى القلب الواحد
- الكابل متعدد القلوب

ثانياً من حيث نوع المادة العازلة المستخدمة

- كابل العازل الورقى
- كابل العازل الورقى المصمت
- كابل العازل الورقى المليئة بالزيت أو الغاز
- كابلات العوازل البوليمرية :-

١- البولى فنيل كلوريد PVC

٢- البولى ايثيلين التشابكى XLPE

٣- ~~العوا~~ العوازل المطاطية

ثالثاً من حيث مستوى الجهد

- كابلات الجهد العالى والفائقه
- كابلات الجهد المتوسط
- كابلات الجهد المنخفض

رابعاً من حيث الاستخدام

- كابلات نقل وتوزيع القوى الكهربية
- كابلات التمديدات الكهربية
- الكابلات البحرية
- كابلات المنشآت الصناعية العامة
- كابلات المصانع الكيميائية وصناعة البتروكيميائية

Scanned by CamScanner