٤- تحديد سعة محول التوزيع اللازم لتغذية الحمل

عام

(أ) يتم تحديد سعة محول التوزيع اللازم لتغذية المنشأة بناءً على أقصى طلب كهربي متوقع لهذه المنشأة وذلك طبقاً لما يلي:

سعة المحول=١,٢٥× أقصى طلب كهربي (ك.ف.أ) (بمعنى أن المحول يحمل فقط بـ ٨٠٪ من سعته)

(ب) تكون الحدود المسموح بها للارتفاع في درجة حرارة محولات التوزيع عند تحميلها بالسعة الإسمية لها بصفة مستمرة (لمدة لا تقل عن ٦ ساعات) على النحو التالى:

(١) يجب ألا يتجاوز الارتفاع في درجة حرارة الزيت أعلى خزان التمدد ٤٥ °م.

يكون متوسط الارتفاع في درجة حرارة الملفات (والتي تقاس عن طريق قياس مقاومة الملفات) ٦٠°م.

(٢) لا يجب أن ترتفع درجة حرارة الزيت فى خزان التمدد وكذلك التوصيلات الكهربية بحيث لا تسبب ضرراً على المحيط الخارجي.

ويتم عموماً إتباع الإرشادات الخاصة بالمصنع في تركيب وتشغيل المحول.

٤-١ تحديد سعة محول التوزيع

(أ) تبريد المحولات

يحدد المصنع طريقة تبريد المحول، باستخدام أربع حروف، يرمز الحرفان الأولان إلي الموائع المستخدمة في تبريد الملفات داخل المحول، ووسيلة دفع هذه الموائع، و يرمز الحرفان الآخران إلي الموائع المستخدمة لتبريد جسم المحول من الخارج، ووسيلة دفع الموائع، و يحتوي الجدول (٤-١) علي الرموز المستخدمة في هذا النظام

جدول رقم (٤-١):-جدول توضيحي للحروف المستخدمة في هذا النظام

المائع المبرد	الرمز	سريان المائع	الرمز
زيت معدني أو زيت اصطناعي درجة حرارة اشتعاله ≥٣٠٠ ْم	O	طبيعي	N
زيوت اصطناعية أخري	L	اصطناعي	F
غاز و درجة حرارة إشتعاله ≥٣٠٠ ْم	G		
هواء	A		
ماء	W		

مثال:

ONAN : محـــول زيتـــي (يبرد داخلياً بسريان الزيت سرياناً طبيعياً ويبرد الجسم من الخارج بسريان الهواء حوله سرياناً طبيعياً أيضاً)

(ب) أقصى تحميل يومى للحفاظ على سلامة المحولات

Daily Peak Load of Transformer Nameplate Rating to Give Normal Life Expectancy

(١) يمكـــن تـــشغيل المحولات عند درجات حرارة الزيت أعلى من ٩٥ ْم، لفترات قصيرة محددة بدون أن تسبب مخاطر تذكر على المحول، كذلك يمكن تشغيلها لفترات أطول عند درجات حرارة أقل من ٩٥ ْم.

عادة تتكون دورة التحميل اليومى (Daily load) من أحمال متغيرة خلال اليوم، ويمكن أن نقسم الدورة إلى مراحل بحيث يكون الحمل ثابتاً تقريباً فـــى كل مرحلة، كما يمكن حساب الحمل المكافئ لدورة التحميل اليومى من المعادلة (٤-١):

$$Equivalent\ load = \sqrt{\frac{L_1^2 t_1 + L_2^2 t_2 + ... + L_n^2 t_n}{t_1 + t_2 ..... + t_n}} \qquad (4\text{-}1)$$

حيث:

L_1 , L_2 , L_n أحمال المراحل المختلفة

t_1 , t_2 , t_n فترة كل مرحلة

(٢) يجب عند تحميل المحولات عند درجات حرارة أكبر من ٥٠ْ م ألا تتعدى حدود التحميل فترة زمنية معينة، محددة بالمواصفات القياسية العالمية، حتى لا يتأثر المحول ويقل عمره الافتراضى، ويجب عمل توازن لدورة الحمل اليومى، بحيث يتم تحميل المحول بحمل صغير لفترات أخرى، ثم تحميله لفترة زمنية صغيرة بالحمل الزائد، ويتم الكشف على جميع أجزاء المحول، بعد تشغيله بزيادة حمل (مثل: نهاية الكابلات – نقط التقسيم ، إن أمكن، عوازل الاختراق ....).

يوضح جدول (٤-٢) أقصى تحميل يومى للمحولات بدلالة درجة الحرارة المحيط للحفاظ على عمرها الافتراضى٠

Daily peak load of Transformer nameplate rating to give normal life expectancy

جدول رقم (٤-٢): أقصى حمل يومى كنسبة من الحمل المقنن المذكور بلوحة بيان المحول، لحفاظ على عمر المحول

زمن أقصى حمل (ساعة)	تبريد ذاتى هواء وزيت أو تبريد مياه															
	الحمل المكافئ المستمر كنسبة مئوية من قدرة المحول (ك.ف.أ)															
	%٥٠						%٧٠						%٩٠			
	درجة الحرارة المحيطة (°م)						درجة الحرارة المحيطة (°م)						درجة الحرارة المحيطة (°م)			
	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
٠,٥	٢	٢	٢	١,٨٩	١,٧	١,٥٢	٢	٢	١,٩٥	١,٧٨	١,٦	١,٤١	٢	١,٩٩	١,٨٢	١,٦٤	١,٤٦	١,٢٤
١	٢	١,٨٨	١,٧٣	١,٥٨	١,٤١	١,٢٣	١,٩٥	١,٨	١,٦٥	١,٤٩	١,٣٢	١,١٤	١,٨٦	١,٧	١,٥٥	١,٣٩	١,٢	٠,٩٩
٢	١,٧٦	١,٦٤	١,٥١	١,٣٧	١,٣٢	١,٠٦	١,٧٢	١,٥٩	١,٤٦	١,٢٢	١,١٦	٠,٩٩	١,٦٦	١,٥٣	١,٢٩	١,٢٤	١,٠٨	٠,٩
٤	١,٥٤	١,٤٣	١,٣٣	١,١٩	١,٠٦	٠,٩٢	١,٥٢	١,٤١	١,٢٩	١,١٧	١,٠٤	٠,٨٩	١,٥	١,٣٩	١,٢٦	١,١٣	١	٠,٨٤
٨	١,٤١	١,٣	١,١٩	١,٠٨	٠,٦٩	٠,٨٤	١,٤	١,٣	١,١٦	١,٠٧	٠,٩٥	٠,٨٣	١,٣٩	١,٢٩	١,١٩	١,٠٦	٠,٩٤	٠,٨٢
٢٤	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١,٠	٠,٨٩	٠,٧٨	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١,٠	٠,٨٩	٠,٧٨	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١	٠,٨٩	٠,٧٨

* في حالة التبريد بالماء تطرح ٥°م من خانة الدرجات المحيطة، يجب أن تكون أقل درجة حرارة للمياه أعلى من الصفر

٤-٢ التحميل الزائد للمحولات

(أ) المحولات المغمورة فى الزيت

جدول (٤-٣) يحتوى على قدرة التحميل الزائد (كنسبة من القدرة المقننة للمحولات المغمورة فى الزيت، طبقاً للمواصفات القياسية الألمانية (DIN) يجب ألا تتعدى متوسط درجة حرارة الملفات ١٠٥ ْم، إذا كان متوسط درجة وسط التبريد خلال الدورة ٢٥ ْم، وإذا كانت المحولات مجهزة بمراوح تبريد ولكن المراوح معزولة فيجب أن يكون التحميل ٦٠٪ من القدرة المقننة للمحول.

جدول رقم (٤-٣):-فترة زيادة الحمل للمحولات المغمورة فى الزيت

نسبة التحميل السابقة ٪ من قيمة قدرة المحول	درجة حرارة الزيت ْم عند بداية زيادة الحمل تبعاً لحالة التبريد		مدة التحميل الزائد باعتبار الحمل الزائد نسبة من المقنن				
	تبريد هواء طبيعى أو مراوح	تبريد مياه – تبريد زيت وهواء مدفوع	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٤٠٪	٥٠٪
			ساعة	ساعة	دقيقة	دقيقة	دقيقة
٥٠	٥٥	٤٩	٣	١,٥	٦٠	٣٠	١٥
٧٥	٦٨	٦٠	٢	١	٣٠	١٥	٨
٩٠	٧٨	٦٨	١	٠,٥	١٥	٨	٤

(ب) المحولات الجافة

يوضح جدول (٤-٤) فترات زيادة الحمل للمحولات الجافة ذات مادة عزل من الدرجة (A) بفرض أن الملفات الابتدائية مبردة بالهواء المحيط مباشرة، للمحولات الجافة ذات مادة عزل من الدرجة (B) والدرجة (E) يستخدم جدول (٤-٣) مع مراعاة أن تقل نسبة التحميل بنسبة ٨٥٪ ، ٩٠٪ على التوالى.

جدول رقم (٤-٤):-فترة زيادة الحمل للمحولات الجافة ذات عزل درجة (A)

نسبة التحميل السابقة ٪ من قيمة قدرة المحول	فترة زيادة الحمل للمحولات كنسبة من المقدرة المقننة				
	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٤٠٪	٥٠٪
	دقيقة	دقيقة	دقيقة	دقيقة	دقيقة
٥٠	٦٠	٣٠	٢٠	١٥	١٢
٧٥	٥٥	٢٣	١٥	١١	٩
٩٠	٤٥	١٦	١٠	٧	٥

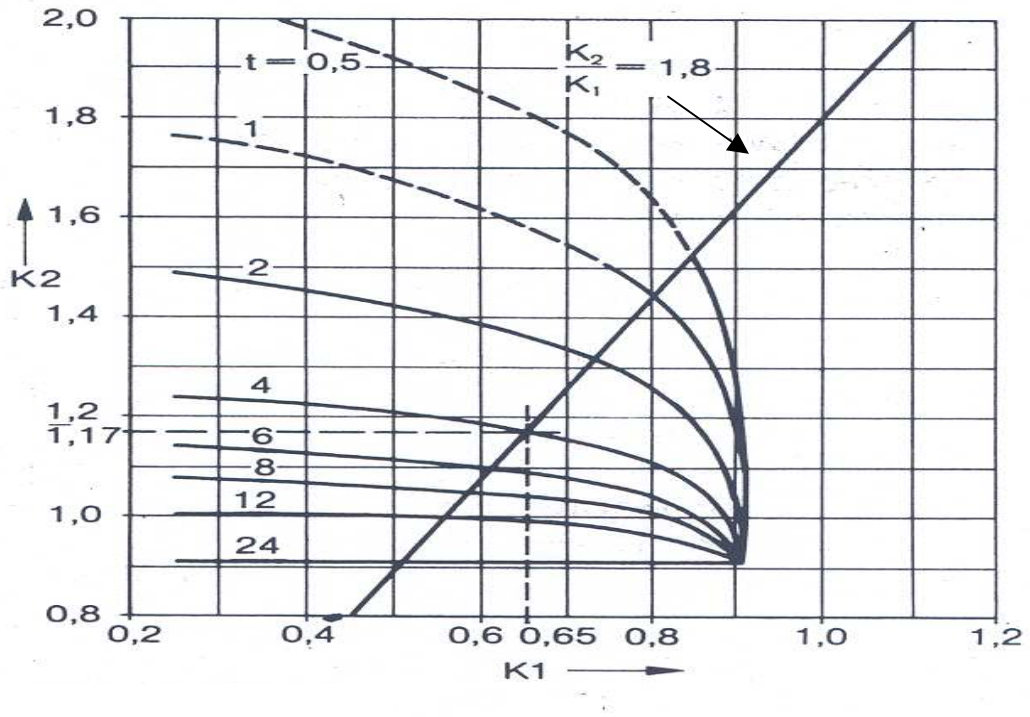
إذا كانـــت درجة حرارة الهواء مختلفة عن القيم القياسية المستخدمة للمحولات فيتم الرجوع إلى جدول (٤-٥) للمحولات المغمورة فى الزيت – تبريد الهواء.

جدول رقم (٤-٥):-الحمل المستمر المسموح للمحولات الزيتية (تبريد هواء) عند درجة حرارة تختلف عن القيم القياسية

اختلاف درجة حرارة الهواء عن القيمة القياسية		- ٢٠ °م	- ١٠ °م	صفر	+ ١٠ °م	+ ٢٠ °م
القدرة المستخدمة ٪ من قيمة القدرة المقننة	تبريد هواء عادى	١٢١	١١١	١٠٠	٩١	٨١
	تبريد هواء بالمراوح	١١٥	١٠٩	١٠٠	٩٢	٨٣
	استخدام مضخات هواء	١١٥	١٠٧	١٠٠	٩٢	٨٤

(ت) طريقة أخرى تستخدم للتحميل الزائد للمحولات

يمكـــن تحمـــيل المحـــولات بقدرة أكثر من السعة الاسمية للمحول مع مراعاة التحميل المعتاد للمحول وذلك بالاستعانة بالمنحنيات شكل (٤-١) و التي تمثل العلاقـــة بين التحميل للمحول كنسبة من السعة الاسمية (k_1) و التحميل الزائد للمحول المسموح به كنسبة من السعة الاسمية (k_2) و ذلك لعدد ساعات معينة، في درجة حرارة ٣٠° مئوية.



شكل رقم (٤-١): منحنيات التحميل الزائد لمحولات التوزيع في درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية

حيث:

k_1 = الحمل المعتاد كنسبة من السعة الاسمية

k_2 = الحمل الزائد المسموح به كنسبة من السعة الاسمية

t = فترة التحميل الزائد (ساعة).

٤-٣ أمثلة تطبيقية

مثال (١):

مبنى إدارى مساحته ١٥٠٠ متر مربع ومكون من ٣٠ طابقاً

المطلوب:

تحديد سعة محول التوزيع المناسب لهذا المبنى مع عدم السماح بالتحميل الزائد.

الحل:

من جدول (٣-٤) : طلب الحمل ١٢ ك.ف.أ / ١٠٠م^{٢}

الحمل الأقصى للمبنى = $\frac{١٥٠٠}{١٠٠} \times ١٢ \times ٣٠ = ٥,٤$ م.ف.أ

حمل المحولات = $\frac{٥,٤}{٠,٨}$ = ٦,٧٥ م.ف.أ وعلى أساس التحميل ٨٠٪ من سعة المحولات

المحولات المقننة = ١,٥ × ٥ = ٧,٥ م.ف.أ

عدد / ٥ محولات قدرة كل منها ١,٥ م.ف.أ = إجمالياً ٧,٥ م.ف.أ

مثال (٢):

محول سعته الاسمية ١٢٥٠ ك.ف.أ، و الحمل المعتاد لهذا المحول هو ٧٥٠ك.ف.أ، فما هو أقصى تحميل زائد مسموح به لمدة أربعة ساعات، و ذلك في درجة حرارة ٣٠° مئوية؟

من الشكل (٤-١):

$$k_1 = \frac{750}{1250} = 0.6 ; t = 4h$$

$$\therefore k_2 = 1.19$$

وبذلك يكون أقصي تحميل زائد مسموح به لمدة أربعة ساعات هو:

$$S_2 = k_2 . S_N = 1.19 * 1250 = 1487.5\ kVA$$

مثال (٣):

المطلوب تحديد سعة محول توزيع بنظام تبريد ONAN يتم تحميله بحمل قيمته ٤٥٠ ك.ف.أ لمدة أربع ساعات، وحمل قيمته ٢٥٠ ك.ف.أ لمدة العشرين ساعة الباقية

$S_1 = 250\ kVA \ , \ t_1 = 20h$

$S_2 = 450\ kVA \ , \ t_2 = 4h$

$S_2 / S_1 = 450 / 250 = 1.8 = k_2 / k_1$

من الشكـــــل (٤-١) برسم الخط $k_2/k_1 = 1.8$ ويمر بنقطة الأصل ; وتقاطعه مع المنحنى $t=4h$، فإن السعات الأسمية k_1 ، k_2 تكون على النحو التالى:

$$S_N = \frac{S_1}{K_1} = \frac{S_2}{K_2}$$

$k_1 = 0.633$, $k2 = 1.14$

وحيث أن: $S_2 = k_2.S_N$ أو $S_1 = k_1.S_N$ تكون:

$$S_N = \frac{S_1}{K_1} = \frac{S_2}{K_2}$$

$$S_N = \frac{450}{1.14} = \frac{250}{0.633} = 394.9\ KVA$$

ولذا فإن المحول المناسب هو محول سعته ٤٠٠ك.ف.أ.

مثال (٤):

سوق تجارى فاخر مساحته ٤٠٠٠ متر مربع مكون من أربع طوابق

المطلوب:

تحديد سعة محولات التوزيع المناسبة للسوق مع السماح بالتحميل الزائد بنسبة ١٠٪ لمدة ساعتين.

$$\text{الحمل الأقصى} = \frac{\text{٤٠٠٠م}^{٢}}{\text{١٠٠م}^{٢}} \times \frac{\text{٤} \times \text{١٢ ك.ف.أ}}{\text{١٠٠٠}} = \text{١,٩٢ م.ف.أ}$$

فى حالة استخدام محولين فإن الحمل للمحول الواحد = ٩٦٠ ك.ف.أ

$S_1 = 960\ kVA$, $t_1 = 22h$

$S_2 = 1.1S_1 = 1056\ kVA$, $t_2 = 2h$

$$\frac{S_2}{S_1} = 1.1$$

$$\frac{K_2}{K_1} = 1.1$$

مـــن الــشكل (٤-١) برسم الخط k_2 / k_1 = ١,١ ويمر بنقطة الأصل وتقاطعه مع المنحنى $t = 2h$

$K_1 = 0.9, k_2 = 1$

$$S_N = \frac{960}{0.9} = 1066.6\ MVA$$