

الفصل الأول

مقدمة عن الأسلام الكهربية بالمزرعة **Introduction of farm wiring**

حيثًا تتطلب المزارع تصميم جيد للنظم الكهربائية والتي تترواح سعتها ما بين A 800 - 200 ، والمصمم أو المخطط لكهرباء المزرعة يجب أن يراعي ويفهم لجميع المشاكل التي يمكن ان تواجه المنشأة الزراعية أثناء التشغيل وذلك من حيث اختيار مواد الأسلام المناسبة والتي تكفي لتغطية الأحمال الموجودة بالمزرعة وتكون قادر على تحمل الحمل الكهربائي لكل منشأة داخل المزرعة. ويتم هذا من ناحية معرفة التجهيزات الكهربائية ، الأسلام ، لوحات التحكم و مفاتيح التحكم.

ولقد وضعت الهيئة الوطنية للكود الكهربائي (NEC) The National Electrical Code عدة شروط أو معايير يتم الالتزام بها عند القيام بالتصميم والتخطيط لمنع الخطر الناجم عن الكهرباء بالمزرعة وتفعيل استراتيجية الأمان عند التعامل مع الكهرباء وكذلك اختيار عناصر التوصيل والنقل الكهربائي اللازمين لعمل المنشأة بأمان ودون تعرض التجهيزات الكهربائية لأحمال متذبذبة أو أحمال غير كافية حتى تستطيع المنشأة الزراعية الحصول على الكهرباء بمستوى جيد يضمن أعلى كفاءة ومن ثم ينعكس هذا على سهولة إدارة المنشأة الزراعية من ناحية ومن ناحية أخرى ينعكس على معدلات الانتاج بداخلها.

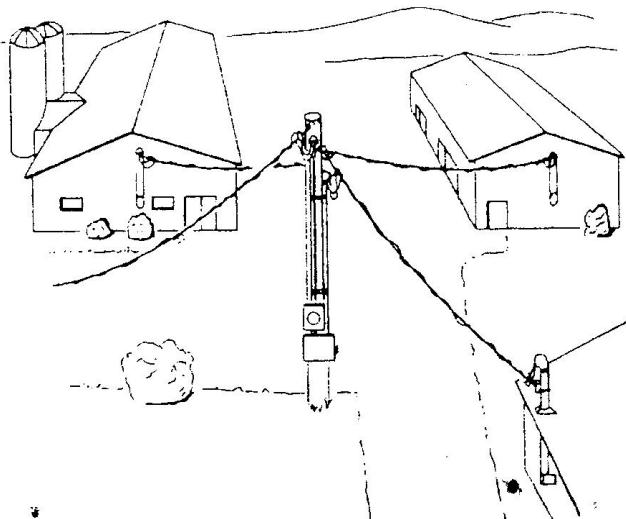
ولذا فإن أي نظام يعتمد على الكهرباء لابد وان يفي بالطاقة الكهربائية الكافية للمنشأة الزراعية في الحاضر والمستقبل. ومصطلح كفاية الأسلام Adequate wiring يشمل ما يلي:-

١- خدمة الأحمال المزرعية الحالية *Serving present farm loads*

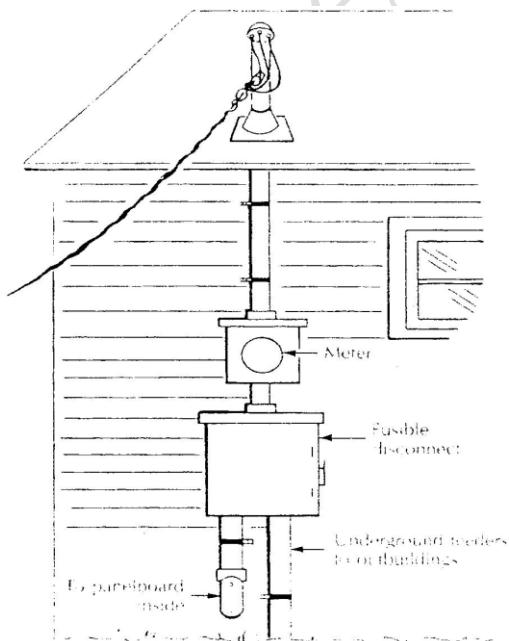
يجب ان يتماشي هذا التصميم او هذا التخطيط مع معايير ال NEC لاستيفاء التجهيزات الكهربائية بالأحمال التي تلزمها. ولكن هناك بعض الظروف التي لا يعطيها ال NEC كما يلي:

- لا يأخذ في الاعتبار نظام مركزي لتوزيع الكهرباء كما بالشكل (٦-١)
- العديد من مغذيات الكهرباء لكل مبني كما بالشكل (٦-٢)
- مقاسات الأسلام المستخدمة للتغذية الكهربائية لمسافات طويلة تؤدي إلى خفض الجهد
- تجهيزات لتحويل الطور الأحادي إلى طور ثلاثي

- نظم الأسلام الكهربائية والخدمات اللازمة للظروف الجوية أو العوامل المحيطة
 - بالأسلام الكهربائية



شكل (٦-١) نظام مركزي لتوزيع الكهرباء



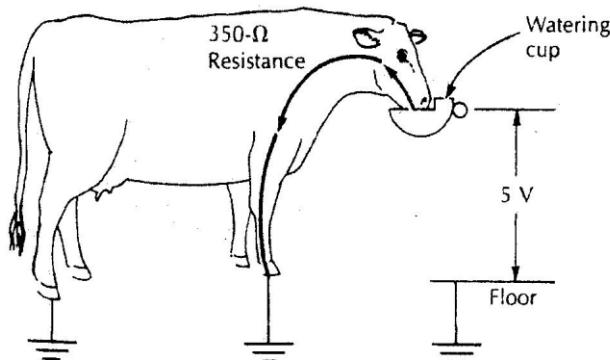
شكل (٦-٢) يوضح بعض مغذيات الكهرباء لكل مبني

٢- عوامل الأمان للإنسان والحيوان Safety for humans and animals

ان وجود أرضيات أو مناطق مبللة أو ذات رطوبة في المزرعة شيء طبيعي وذلك بوجود الطاقة الكهربية المستخدمة. وهذه الظروف تزيد من تعرض الإنسان والحيوان للصدمات الكهربائية. حيث يكمل الكائن الحي الدائرة الكهربائية نتيجة وجود أرضية مبللة مع التعرض للكهرباء. لذلك فإن التأمين السليم اللازم للتشغيل الكهربائي للأجهزة داخل المنشآت الزراعية، نظام المواسير، والإنشاءات المعدنية الازمة لاعطاء الطاقة.

والحيوانات المزرعية تتعرض وتشعر بالصدمات الكهربائية بدرجة أكبر من الإنسان، و غالباً الإنسان لا يشعر بالفولت المنخفض مابين الأجزاء المعدنية والأرض. فالإنسان جلد جاف و غالباً ما يليس الإنسان أحذية خاصة للعمل في المنشآت الزراعية ذات الطبيعة الرطبة ، وهناك مقاومة للكهرباء الأرضية بمقدار عشرات أو مئات أو آلاف من الأوم.

فالتيار الذي يسري خلال جسم الإنسان له مقاومة مرتفعة وبالتالي الإحساس بالصدمة منخفض، وعموماً فإن التصميم الجيد للأرضية التي يقف عليها الحيوان ، نظام الشرب ونظام وقوف الحيوان على أرضية خرسانية مما يؤدي إلى أن المقاومة تكون عدة مئات من الأوم، وتظهر الصدمة الكهربائية للحيوانات كما (٦-٣)



(٦-٣) تعرض الحيوانات لصدمة الكهربائية

والحيوانات تشعر بالصدمة الكهربائية عند فرق جهد أقل من ١٠ فولت أثناء عملية الشرب، مما يؤدي بالحيوان إلى أن يرفض عملية الشرب وبالتالي يؤثر هذا على كمية اللبن المنتجة وبالتالي يؤدي إلى خسائر للمزارع.

وبالرجوع للشكل (٦-٣) ان مقاومة مقدارها ٣٥٠ اوم بين كوب الشرب والأرض تحت حواف الحيوانات. وعليه فإن فرق جهد مقداره ٥ فولت فقط يؤدي إلى مور تيار شنته $A = 0.014$ م أمبيرين كوب الشرب والأرض وهذه القيمة تسبب إيلاما للإنسان. ولكن ارتداء الإنسان لأحذية جافة لا تجعله يشعر بهذه الصدمة.

٣- المغولية Reliability

النظام الكهربائي يجب أن يكون ذات مغولية خاصة في حالة العمليات الازمة للتحكم في بيئة الماشية والدواجن والمعتمدة على الكهرباء في حالة التهوية وإزالة الرطوبة والإضاءة. فمثلاً عدم الدقة في التحكم في عملية التهوية يؤدي إلى حدوث إجهاد على الحيوانات. مما يسبب هزال للحيوانات أو وفاة. لذا فإن تصميم نظام كهربائي يجاهه هذه الأحمال يؤدي للحفاظ على الحيوانات داخل المنشأة الزراعية وبالتالي عدم انقطاع التيار الكهربائي.

٤- الملائمة Convenience

إن التصميم الملائم لنظام الأسلاك يؤدي إلى أمان وتحكم دائم وكفاءة عالية في الطاقة المنتجة من الكهرباء. ويجب الأخذ في الإعتبار التوسعات المستقبلية والتي تتطلب زيادة في التجهيزات الكهربائية وزيادة في الأحمال

٥- عوامل اقتصادية Economy Factors

يجب أن يكون نظام تصميم الأسلاك الكهربائية وتوصيلها اقتصادياً وكافي للامداد بالكهرباء. وللوصول إلى هذه الأهداف يتطلب جودة التخطيط وفهم كافي لجميع الظروف التي تسبب تدهور سريع للتجهيزات الكهربائية.

ويجب أن تكون التجهيزات الكهربائية تتحمل الأحمال العالية حتى تقل تكاليف استخدام الأسلاك، وكذلك يجب استخدام تخطيط للأجهزة الكهربائية بشكل مناسب لتقليل كمية الأسلاك المستخدمة ويجب أن تؤخذ مواصفات المبني في الاعتبار لخطيط دائرة الكهرباء التي تعمل على تشغيل الأجهزة الكهربائية في هذا المبني.

٦- التوسيع المستقبلي للأحمال Future Loads and Expansion

يجب أن تكفي أحجام الأسلاك الكهربائية لتناسب التوسعات المستقبلية هذا من جهة ومن جهة أخرى يجب عند التصميم والتخطيط الوضع في الاعتبار لأماكن لوحات التحكم وأمكانية استخدام أسلاك كهربائية ومفاتيح تحكم مرتبطة بلوحات التحكم ويجب الأخذ في الاعتبار أن مصدر ومنبع الكهرباء يجب أن يلائم فيما بعد النقطة المركزية لتوزيع الكهرباء.

الفصل الثاني

نظام نقل القدرة الكهربائية

١- مفاهيم نظام النقل Trans mission system

تتكون العناصر او المكونات الأساسية لمنظومة قدرة كهربائية من المكونات التالية :-

- ١- محطة توليد الكهرباء
- ٢- محول لزيادة الضغط (فرق الجهد) أو ما يمكن أن يطلق عليه بالمحطة الفرعية لزيادة الضغط Substation
- ٣- خطوط نقل الضغط العالي
- ٤- محول او المحطة الفرعية Substation لتخفيض الضغط (فرق الجهد)

٥- شبكة التوزيع الإبتدائية

٦- خدمة التوزيع للمستهلك

ويطلق على المكونات من ٢ حتى ٤ منظومة النقل Transmission system أما المكونات ٥،٦ فيطلق عليها منظومة التوزيع Distribution system وكل من منظومتي النقل والتوزيع تساهم في حمل الطاقة الكهربائية من أجهزة التوليد إلى المستهلك مع أن وظائفها تختلف.

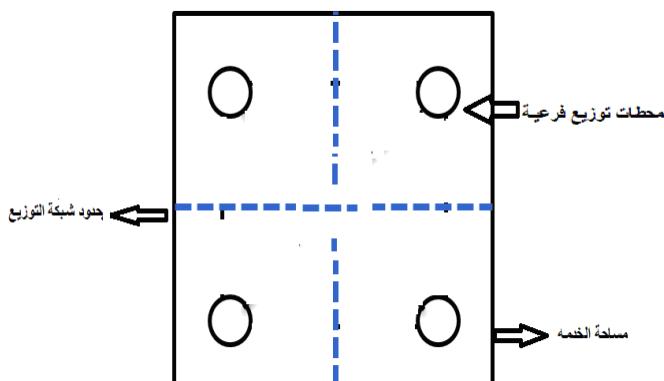
فمنظومة النقل تصمم لحمل كميات جدًّا من الطاقة إلى مسافات طويلة نسبيًّا وقد يرجع إلى ذلك المنظومة بأنها منظومة الجملة أو Bulled system أما منظومة التوزيع فقد يرجع لها بأنها المنظومة المحلية Local System وهي تتكون من العديد من المنظومات المنفصلة وكل منها يتصل بمحطة توزيع فرعية أو أكثر. ومنظومة التوزيع تحمل الطاقة خلال شبكة من دوائر الضغط المنخفض إلى كل مستهلك.

- خطوط نقل الضغط العالي High voltage transmission lines

تعمل نظم نقل الكهرباء عند جهود عالية نسبيًّا بالمقارنة بالجهود المنتجة بواسطة المولدات وكذلك بالمقارنة بما هو موجودة في شبكات التوزيع. ويحدث ذلك بسبب قابلية خط النقل لحمل الطاقة بكفاءة أكبر مع زيادة الضغط (فرق الجهد) والقدرة المفقودة عند النقل (الفقد في خط النقل يكون على هيئة حرارة) وهي حاصل ضرب التيار المحمول في مقاومة السلك. وإذا ظلت المقاومة والتيار ثابتين فإن فقد في الخط سيظل ثابتاً وزيادة مستوى الضغط يسمح للخط بحمل قدره أكبر عند نفس مستوى التيار ومن ثم في زيادة الضغط تزداد القدرة المنقوله عند نفس فقد في الخط فعلى سبيل المثال في فإنه عند نفس التيار فإن خط النقل ذو 345.000 فولت يمكن أن يحمل ثلاثة مرات القدرة المنقوله في خط ذو 115.0000 فولت عند نفس فقد في الخط.

- عمل نظام أو منظومة للنقل Developing a transmission system

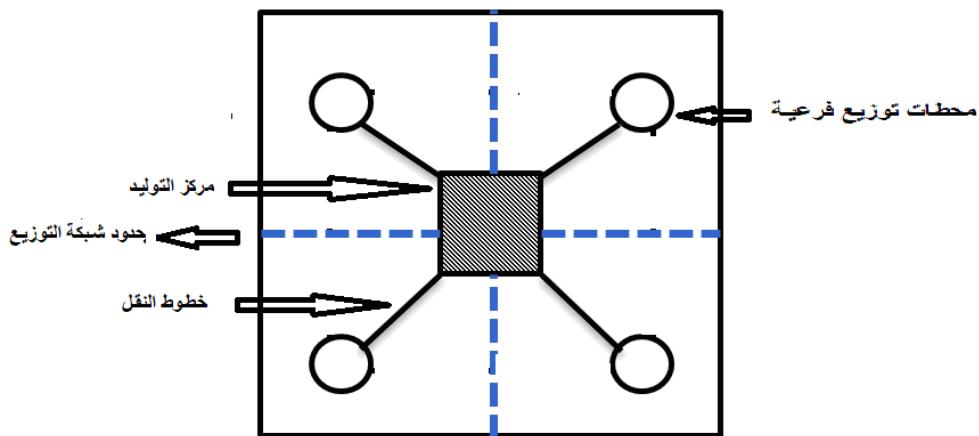
يقوم نظام أو منظومة النقل بإعطاء الكمية الكافية من الطاقة الكهربائية إلى منظومات التوزيع المصاحبة مع ضرورة وجود الإعتمادية الكافية أو الثقة والتعويل عليه (نظام النقل) بدرجة كافية وكذلك بأقل تكلفة فإنه ليس من الممكن أن يتم تصميم نظام بأقل تكلفة بدون الأخذ في الإعتبار التأثير على درجة الثقة أو الإعتمادية أو التعويل على النظام Reliability وبالإستعانة بالشكل (٦-١) يمكن تفهّم ومعرفة مفهوم نظام النقل بمثال بسيط :-



شكل (٦-١) مفهوم نظام النقل

والشكل السابق يوضح مساحة خدمة معينة تم تقسيمها إلى أربعة شبكات توزيع كل دائرة تمثل محطة توزيع فرعية وبالتالي نظم التوزيع يمكن ان تنقل القدرة بطريقة إقتصادية وذلك فقط لمسافات صغيرة نسبياً ومن ثم يكون من الضروري وجود العديد من محطات التوزيع الفرعية لمساحة الخدمة .

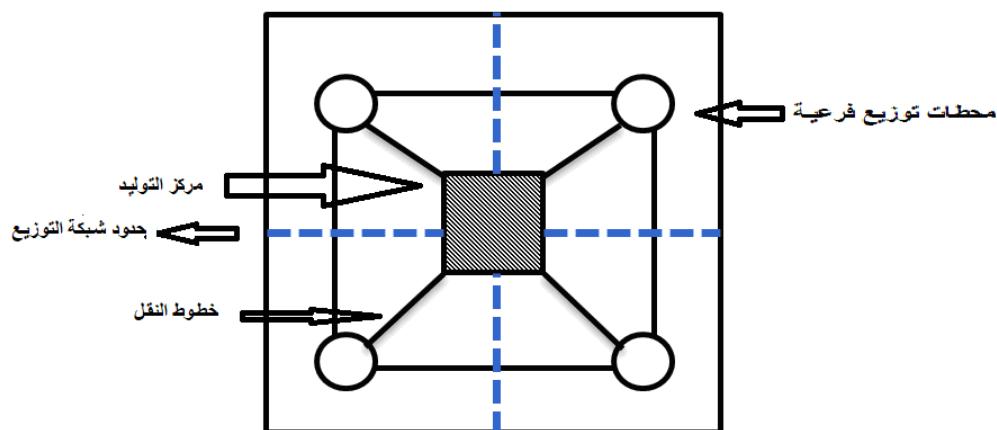
وفي الشكل المقابل يوضح محطة التوليد في مركز المساحة ويمكن في هذه الحالة تركيب نظام بسيط للنقل بإمداد خط نقل واحد من محطة التوليد إلى كل محطة توزيع فرعية .



شكل (٦-٢) محطة التوليد في مركز مساحة

وإذا كانت محطة التوليد في داخل منطقة الحمل فإن خطوط النقل اللازمة تكون قصيرة نسبياً وهذا النظام يقل أو ينقص من الإعتمادية او التعويل على النظام وهذا من ناحية وكذلك فإن فشل أحد خطوط النقل يعني أن الطاقة لن تنتقل إلى أحد أجزاء المنطقة.

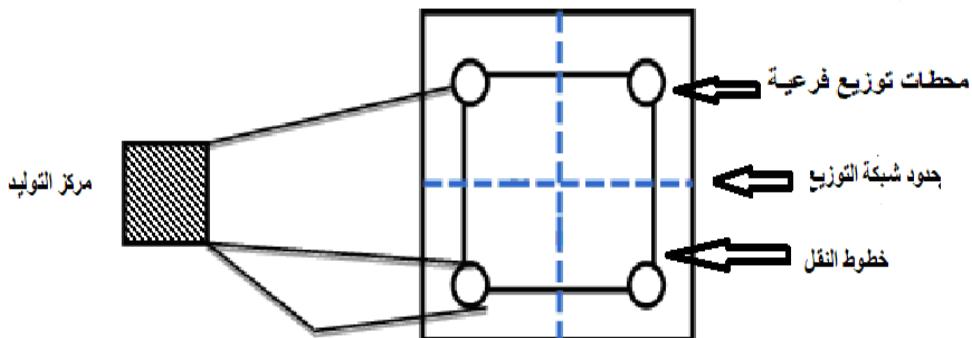
ولتحسين الإعتمادية او الثقة او التعويل على نظام النقل فإنه يمكن إضافة خطوط أخرى بين محطات التوزيع الفرعية كما هو موضح في شكل (٦-٣).



شكل (٦-٣) محطة توزيع فرعية ذو خطوط نقل بينها

وفي مثل هذا النظام فإن الفقد في أي واحد من خطوط النقل الآتية من محطة التوليد سيتتج عنه زيادة في سريان الطاقة من الخطوط الباقية (الأخرى) بطريقة ما بحيث تصل الطاقة اللازمة لكل محطة فرعية ، وعلى اي حال فإن خطوط النقل يجب أن تصمم بسعة كافية (سعة ما وجهة نظر التحمل للقدرة المنقوله) بحيث تستوعب اي انتقال او تغير في مسارات الطاقة بدون ان يكون هناك حمل زائد يؤدي إلى فشل او تلف اي وصلة في النظام او المنظومة، ومن ناحية أخرى فيبينما نجد أن تكاليف ذلك النظام ستكون اعلى من النظام في شكل (٦-٢) فإن الإعتمادية او الثقة أو التعويل على النظام هنا يكون أكثر قبولاً او أفضل .

من ناحية أخرى إذا تم وضع محطة توليد على مسافة بعيدة لحرف من المساحة التي يخدمها كما يتضح من شكل (٦-٤) فإنه من الواضح هنا فإن النظام يصبح فقط أكثر تكلفة ولكن أيضاً ذلك النظام يكون أكثر عرضه للعوامل الطبيعية او الأضرار الطبيعية والتي بالطبع تقلل من درجة الإعتمادية او الثقة او التعويل على ذلك النظام .



شكل (٦-٤) محطة توليد على مسافة بعيدة مساحة الخدمة

ومن ثم ومن المناقشة السابقة لعمل او تقرير نظام نقل معين به مركز توليد واحد يجب التنوية لأن المولدات عموماً قد تتعرض أيضاً للفشل او التلف ومن ثم قد تقل درجة الإعتمادية أيضاً في هذه الحالة

لهذا السبب ومن ثم يجب ان يتم ربط المساحات (مساحات الخدمة) مع بعضها وأن يكون هناك ما هو احتياطي للتوليد للمنطقة كلها.

ويمكن تلخيص او استخلاص الاتي مما سبق بخصوص مهمة او وظيفة نظام النقل وهى أن يكون اقتصاديا ويعول عليه بدرجة جيدة فى الآتى:-

- نقل القدرة من محطات التوليد إلى مناطق او مساحات الحمل
- الرابط والإتصال الداخلى لمساحات الحمل ومحطات التوليد وكذلك النظم الخاصة بكل مساحة وذلك لتحسين درجة الإعتمادية على النظام
- الرابط وإتصال الأجهزة في المنطقة بحيث يسمح بالمشاركة في مدخلات او إحتياطي التوليد وأى إستفادات أخرى.

٢- تخطيط نظام التوزيع للمنشآت المزرعية system

إمداد المزرعة والمباني والمنشآت الزراعية بالكهرباء يمكن المزارع من العمل بكفاءة أكثر ، والعديد من المعدات والمتطلبات الجديدة وكذلك الإستخدامات القديمة كل ذلك يعمل على استمرار الحاجة لزيادة الطلب على الكهرباء.

ونظام توصيل الكهرباء المصمم جيداً يساهم بشكل مباشر في توزيع الكهرباء بطريقة اقتصادية وبكفاءة وذلك للوقت الحالى وكذلك تعطى الامكانية والاستعداد للمتطلبات المستقبلية

ويمكن حصر أو تلخيص مواصفات النظام ذو التخطيط الجيد فيما يلى:

- ١- أن يكون أمن
- ٢- أن يكفي لمواجهة متطلبات الحمل او الأحمال
- ٣- أن يكون ذو كفاءة عالية
- ٤- أن يكون قابل للإمتداد او التوسيع لمواجهة المتطلبات المستقبلية

وعلى الرغم من أن هناك معايير دولية أو حتى محلية لمتطلب في الامان فإنه يجب أن يكون هناك تصميم جيد وحكم جيد لتوفير بقية المعايير ونظام توصيل الكهرباء (إمدادات الكهرباء Wiling system) يجب أن يتم فيه الاختيار الجيد لمكوناته فيجب أن يحتوي على مدخل الخدمة الرئيسي Building service entrance وكذلك مداخل الخدمة للمباني والمنشآت main service entrances والتي يكون لها سعة كافية للإمداد بالقدرة المطلوبة بكفاءة عالية .

كما ان نظام المباني (المنشآت) يجب ان يكون له دوائر فرعية كافية وكذلك مخارج كافية ذات حجم ونوع مناسب ويتم وضعها او توقيعها في الأماكن الصحيحة لإعطاء او لتوفير الاحتياجات الكهربائية للمنشآت المزرعية . والنظام ذو الكفاءة العالية هو الذي يوفر الاحتياجات بأقل تكلفة وذلك على مدار عمر ذلك النظام .

وهناك ثلاثة أنواع من التكاليف يجب أن تؤخذ في الإعتبار :-

١- التكاليف الإبتدائية Initial cost

٢- تكاليف الصيانة Maintenance

٣- تكلفة الطاقة المفقودة في نظام الإمداد Delivery system

ونجد ان خفض التكلفة الإبتدائية فقط ربما يؤدي إلى إل التضحية بكفاءة التشغيل بطريقة تعمل على زيادة التكاليف الكلية وبالطبع فإن زيادة تكاليف الطاقة Energy Costs تؤدي إلى زيادة الاهتمام بتقليل الطاقة المفقودة في النظام والتي قد تنتج بسبب مقاومة الموصلات ، وبالتالي يتضح أنه يجب ان يكون على علم بكيفية تصميم نظام التوزيع او الإمداد للمزرعة ومبانيه ومنتشراتها من حيث التخطيط وأختيار أحجام المكونات.

ويمكن القول أن اول خطوة في التصميم هي تحديد متطلبات الحمل لكل مبني اومنشأ او منطقة خدمة ، وباستخدام أحمال المنشآت وأحجامها ومواضعها يمكن معرفة (نقطة) مركز التوزيع المركزي للنظام ومن ثم يمكن أيضاً تحديد ومعرفة حجم ونوع الموصلات اللازمة من نقطة (مركز) التوزيع المركزية إلى المنشآت والمباني .

***خطوات تصميم نظام توزيع :-**

١- تحديد متطلبات حمل

- ٢- تحديد مركز التوزيع المركزي للنظام
- ٣- السعة الكهربائية لمركز توزيع الخدمة
- ٤- معرفة حجم ونوع موصلات الازمة

A- تحديد متطلبات الحمل المبني الزراعية Demand Load for Farm Buildings

كما سبق ذكره فإن اول خطوة عند تصميم نظام توصيل للمزرعة و منشآتها فهي تحديد متطلبات الحمل لكل مبني او لكل منطقة خدمة ، (للحمايل التي ليست داخل المبني) وقد يكون من غير الممكن تحديد حجم قياسي لكل نوع من المبني بسبب الاختلافات الكبيرة بين المبني والمنشآت المزرعية ، وبالتالي فإن لكل مبني يجب أن يدرس ويؤخذ في الاعتبار على حده . وهناك نظام مقترن عن طريق

National Electric code (NE)

وهو نظام لتجميع الأحمال المعروفة والمتوقعة داخل المبني لتحديد متطلبات الحمل والتي يمكن عن طريق معرفة حجم الخدمة لذلك المبني .

وفي هذا النظام يتم اولاً تجميع كل الاحمال داخل المبني لتحديد الحمل الكلي المتوقع توصيله Total connected load و على أية حال وحيث أنه من غير المحتمل جداً أن يتم تشغيل كل الأحمال داخل المبني في نفس الوقت فإن نظام NEC يقترح طريقة لتحديد متطلبات الحمل القصوى Maximum demand load يأخذ في حسابه تنوع واختلاف التشغيل داخل المبني.

وبالتالي فالخطوة الاولى هي تحديد قائمة List بالأحمال المعروفة والمتوقعة وذلك لحساب متطلبات الحمل ، والاحمال التي يجب تحديدها في تلك القائمة هي :-

١-الأجهزة او التطبيقات المتصلة والثابتة او الكبيرة وكذلك الحمل الكامل الذي يبلغ في معظم كل تلك الأجهزة ذات 1500watts أو نصف حصان أو أكثر كل تلك الاحمال يتضمنها هذا البند مع ملاحظة أن تيار الحمل الكامل لأكبر موتور يجب أن يضرب في 125% لإعطاء سماح بتيار البدء Starting Current (هذا بصفه خاصه لمحركات أحاديه الوجه).

٢- مخارج عاديّة لوسائل الراحة Convenience outlets وتلك المخارج يكون بها تيار بحمل ١٠٥ أمبير عند جهد ١١٥ فولت (متوسط ١٢٠-١١٠ فولت) أو ٧٥٪.٠ أمبير عند جهد ٢٣٠

فولت (متوسط ٢٢٠-٤٠ فولت) كما هو الحال في مصر وهذا معناه ثبات القراءة لأنها حاصل ضرب الأمبير في الفولت وتلك المخارج تستخدم للأجهزة والمعدات المحمولة أو المتنقلة.

٣- مخارج إضاءة Lighting outlets وتلك المخارج يكون بها أيضاً تيار بحمل ١.٥ أمبير عند ١١٥ فولت كما سبق أو ٠.٧٥ أمبير عند جهد ٢٣٠ فولت وذلك لكل مخرج إضاءة ، وفي بعض الظروف او الحالات الخاصة كما هو الحال في مزارع الدواجن (خاصة البياض) أو غيرها فإن تلك المتطلبات ربما يتطلب تعديلها أو تغييرها على قيم معروفة وموصى بها سابقاً قد تكون أقل أو أكثر من الحدود المذكورة.

القائمة السابقة (المكونة من الثلاثة بنود) يجب استكمالها بحيث يكون الحمل للتيار او الامبير محسوب عند ٢٣٠ فولت وذلك لخدمة كل حمل ، وبالتالي يمكن الحصول بعد ذلك على الحمل الكلي Total Load بجمع كل تلك الأحمال عند ذلك الجهد الشائع وهو ٢٣٠ فولت وكما سبق يمكن تحويل التيار بالامبير المناظر ١١٥ فولت إلى الامبير عند ٢٣٠ فولت بقسمة الامبير عند ١١٥ فولت على ٢ ويجب ملاحظة ان مستويات الجهد ان قيمة المتوسط ١١٥ فولت و ٢٣٠ فولت قد استخدمت للطابق او للعمل بموجب نظام NEC وعلى أية حال فإنه سيتم استعمال مستويات الجهد المقابل وهي ١٢٠ فولت و ٢٤٠ فولت عند الرجوع دائماً لمعدلات او مستويات المعدات حيث ان المستويان الآخرين هي المستويات المتعارف عليها (في عرف Convention) عند موزعي او موردي المعدات الكهربائية . يمكن الاستعانة بالجدول التالي (اقتراح بواسطة NEC أيضاً):-

- والذي يوضح كيفية تحديد متطلبات الحمل من الأحمال التي تم ذكرها في القائمة السابقة وذلك للمباني التي به دائرتين فرعيتين في القائمة أو أكثر. فإذا كان متطلبات الحمل تتكون من بند واحد كما هو الحال في طلمبة زي مثلاً أو مجف للمحاصيل فإن تطبيق ذلك النظام المقترن لا يكون ممكناً.

- ولتطبيق ذلك النظام المقترن أيضاً فإنه يجب تحديد الحمل بدون تنوع او اختلاف Without diversity اي كله طبقاً لجهد واحد ونوع واحد والتركيبيه او التجميع الاكبر للأحمال والتي محتمل أن تعمل في نفس الوقت تكون عوضاً عن الحمل بدون اي تنوع او اختلاف.

- تحديد الحمل بدون تنوع او اختلاف يحتاج لكل من معلومات عن تشغيل المزرعة وكذلك حكمجيد من ناحية اخذ القرار. فيما يلي جدول (٦-١) المقترن بواسطة NEC والذي يوضح نظام متطلبات حمل مبني مزراعي (زراعي)

جدول (٦-١) جدول مقترن من قبل NEC والذي يوضح نظام متطلبات حمل مبني مزراعي (زراعي)
د/محمد رمضان درويش

Farm Building Demand System

<p>كل الأحمال التالية يجب حسابها عند مستوى جهد ٢٣٠ فولت وهو يمثل الحد بين (٢٤٠ - ٢٢٠ فولت)</p> <p>١- الحمل بدون تنوع أو اختلاف (أقل حمل ممكن أو أحمال موصلة بصفة دائمة)</p> <p>٢- ١٢٥ % من حمل أكبر موتور</p> <p>٣- لا يقل عن ٦٠ أمبير</p>	<p>متطلبات الحمل = مجموع كل من:-</p> <p>١٠٠ % من القيمة القصوى لأحد البنود المقابلة:-</p>	م
من ٦٠ أمبير التالية للأحمال الأخرى	%٥٠	II
باقي الأحمال	%٢٥	III

والأمثلة التالية ستوضح كيفية تطبيق نظام متطلبات الحمل المقترن من خلال قامة الأحمال للمبني وباستخدام النظام الموضح بالجدول السابق:

مثال : - (٦-١)

احسب متطلبات الحمل لمزرعة حيوانات لإنتاج اللحم beef إذا كان الحمل الكلى يعادل ١٨٥ A واقصى أو أكبر موتور ذو قدرة ٣ حصان (hp)، (٢٣٠ فولت، آحادي الوجه) والحمل بدون تنوع او اختلاف يعادل ٦٥ A مع العلم بأن مواصفات أكبر موتور الذي له قدرة ٣ حصان آحادي الوجه وتيار الحمل الكامل تيار شدته تعادل ١٧ A (وذلك القيمة يمكن إيجادها من خلال جدول خاص).

Solution

أولاً:- ١٠٠ % من أكبر حمل

الحمل المطلوب	قيمتها من الحمل الكلى	
٦٥	٦٥	١- أحمال موصلة بصفة دائمة

		٢- أكبر موتور $\times 125\%$
		$21.25 = 125 \times 17$ أمبير

٣- ٦٠ أمبير

ثانية:- ٥٠٪ من ٦٠ أمبير التالية

٣٠ أمبير	٦٠ أمبير	
		ثالثا:- ٢٥٪ من باقي الاحمال (١٢٥-١٨٥ أمبير)

١٥	٦٠ أمبير	
١١٠	١٨٥	المجموع

وبالتالي تكون متطلبات الحمل Demand load لتلك المزرعة هي 110A أمبير عند ٢٣٠ فولت

مثال (٦-٢) :-

إحسب متطلبات الحمل لمعمل البيان له إذا علمت أن الاحمال كانت على الصورة التالية:

١ سخان مياه ٥٠٠٠ وات ذو جهد ٢٤٠ فولت	
٢ فرن كهربى ٧٠ أمبير ذو جهد ٢٤٠ فولت	
٣ مكيف هواء ٢٠ أمبير ذو جهد ٢٤٠ فولت	
٤ مبرد (ثلاجه) ٣٥٠٠ وات ذو جهد ١٢٠ فولت	
٥ طلمبه لنقل اللبن ١ حصان ، ذو جهد ١٢٠ فولت	
٦ خزان تجميع اللبن ٢.٥ حصان ذو جهد ٢٤٠ فولت	
٧ عدد ١٩ مخرج للاضاءه ولوسائل الرااحه (مخارج عادي)	

Solution

ولحساب الحمل الكلى بالامبير لابد من معرفة الامبير المستهلك بواسطة كل جهاز لذلك

٢٠.٨٣ أمبير

د/محـ ر

٢٥٢

د/محمد رمضان درويش

١	سخان مياه ٥٠٠٠ وات ذو جهد ٢٤ فولت	شدة التيار = $240 / 5000$
٢	فرن كهربى ٧٠ أمبير ذو جهد ٢٤ فولت	٧٠ أمبير
٣	مكيف هواء ٢٠ أمبير ذو جهد ٢٤ فولت	٢٠ أمبير
٤	مبرد (ثلاجة) ٣٥٠٠ وات ذو جهد ١٢٠ فولت	شدة التيار = $120 / 3500$ = ٢٩.١٦ وذلك لجهد ١٢٠ فولت ولتحويل لجهد ٢٣٠ فولت = $2 / 29.16$ = ١٤.٦ أمير
٥	طلبته لنقل اللبن ١ حصان ، ذو جهد ١٢٠ فولت	من جداول الحمل الكامل لمحركات يتم إيجاد الحمل الكامل وهو ١٦ أمبير وذلك لجهد ١٢٠ فولت أما لتحويل لجهد ٤٠ أمبير على ٢ = $2 / 16$ = ١٨
٦	خزان تجميع اللبن ٢.٥ حصان ذو جهد ٢٤٠ فولت (وهو أقصى موتور)	من جداول الحمل الكامل لمحركات نجد أن تيار الحمل الكامل للموتور ١٤.٥ أمبير ويتم ضربه ١.٢٥ (%) لاطعاء سماح بتيار البدء فيكون التيار هو ١٨.١ أمبير
٧	عدد ١٩ مخرج للإضاءة ولوسائل الراحة (مخارج عادي)	عدد ١٩ مخرج للإضاءة $\times 1.5$ أمبير = ١٨.٥ أمير عن جهد ١٢٠ فولت ولتحويل إلى جهد ٢٣٠ فولت يتم القسمة على ٢ = ١٤.٢٥ أمير
	المجموع	١٦٥.٨ أمبير

الأحمال الموصلة بصفة دائمة لمزرعة الألبان هي:-

المotor الكهربى للخزان ، وسخان المياه ، والفرن الكهربى والثلاجة ونصف حمل الإضاءه وهى تساوى $(18.8 + 14.6 + 20.8 + 70.15) \times 7 = 130$ أمبير

ثم نرتتب الأحمال كالتالى:-

أولاً:- ١٠٠ % من أكبر حمل

الحمل المطلوب	قيمتها من الحمل الكلى	
١٣٠.٧	١٣٠.٧	١- أحمال موصلة بصفة دائمة
		٢- أكبر مotor $\times 125 \% = 18.1$ أمبير
		٣- ٦٠ أمبير

ثانياً:- ٦٠ % من ٦٠ أمبير التاليه $(165.8 - 130.7 - 35.1 = 148.3)$ أمبير

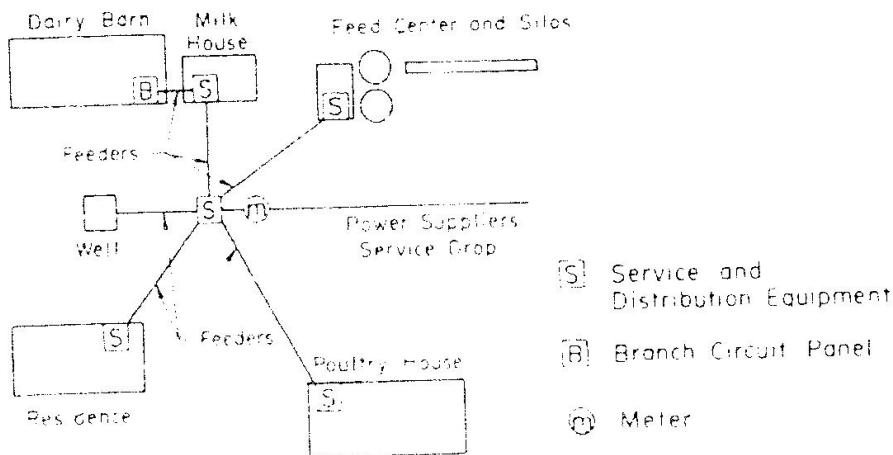
١٧.٦	٣٥.١ أمبير	
١٤٨.٣ أمبير	١٦٥.٨ أمبير	المجموع

و عند اختيار معدات مداخل الخدمة (والتي يجب أن تحمل متطلبات الحمل المحسوبه) فإن هناك عدد محدود من فئات التحمل للحمل وهى التي يجب الاختيار منها. وتلك الفئات تصنف طبقاً لسعة الحمل التي يمكن تحملها عند جهد ٢٤ فولت . والاحجام الشائعة هي ٣٠، ٦٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠، ٣٠٠ أمبير . والحجم الذى يتم اختياره يجب أن يساوى أو يكون أكبر قليلاً من متطلبات الحمل المحسوب. وبالنسبة لمعمل الألبان السابق حساب متطلبات المعمل له (١٤٨.٣) أمبير عند ٢٤٠ فولت) فيمكن اختيار مدخل خدمة جملة (ذو حجم او سعة امبيرية) ١٥٠ أمبير نلاحظ أنها أكبر قليلاً من المحسوب.

وعلى اي حال فإنه إذا كان متوقعاً أنه سيكون هناك توسعات مستقبلية فقد يكون من الأفضل اختيار حجم او سعة امبريرية أكبر (المدخل الخدمة) لكي تسمح بتلك التوسعات او الزيادات المستقبلية ، وذلك حيث أنه يكون عمل ذلك (أى إقامة او إنشاء مدخل خدمة من البداية ذو سعة امبريرية عالية) ذلك يكون فالبداية أقل تكلفة مما لو تم استبدال مدخل الخدمة (ذو سعة الأمبريرية المنخفضة) بأخر اكبر للسماح بتلك التوسعات وأقل مدخل خدمة (من ناحية السعة الامبيرية) يوصي به من قبل NEC هو ٦٠ هـ أمبير وعلى اي حال فإنه للمباني ذات متطلبات الحمل القليلة فإنه يمكن تركيب مدخل خدمة صغير ٣٥ أمبير ويمكن أن يعمل كخدمة فرعية او تحتيه Sub service من مبني آخر.

ب- تحديد مركز التوزيع التوزيع المركزى لنظام Central Metering and Distribution

يحتوى النوع الشائع من نظام التوزيع الكهربائي للمزرعة ومبانيها وأماكنها على نقطة توزيع مركزية كما يتضح من شكل (٦-٥).



شكل (٦-٥) يوضح مركز التوزيع والمعايير للمزرعة ومبانيها

وبصفة عامة فإن جهاز القياس أو العداد (العيار) عند مركز التوزيع هذا وهو ما يطلق عليه أيضاً موضع الخدمة الرئيسية. ويخرج لكل مبني أو لكل مكان خدمة خط مغذي (تغذيه) ويخرج هذا المغذي من نقطة التوزيع المركزية. وقد يتكون مركز التوزيع أو معداته قد تتكون من حوالى ستة دوائر قطع Breaker أو مفاتيح مصهرات أو فيوزات Fuse switcher وأحد تلك المفاتيح قد يتحكم في الأسلاك التي توصل الخدمة لمركز

التوزيع نفسه وكذلك لطمبة البئر والمفاتيح الأخرى وهي حوالى خمسة تحكم في المغذيات الموصلة للمنزل وبقية مباني المزرعة.

وتوجد عدة مميزات لنقطة التوزيع المركزية

١-الامان حيث أن فشل أحد المباني (من ناحية الخدمة الكهربائية) لن يؤثر بالسلب أو لن يحطم النظام وهذا يعني ان الخدمة ستظل قائمة لبقية المباني ، وبالإضافة لذلك يمكن توصيل خط تغذية منفصل إلى البئر للتتأكد من الإمداد بالماء في حالة حدوث حريق مثلاً في مبني آخر.

٢-القابلية للإمتداد او التوسيع فعندما تتغير الأحمال داخل أي مبني او تضاف المباني أخرى فإن المغذيات للمباني الأخرى لن تتأثر.

٣-يخفض من حجم (بالنسبة للحمل الكهربائي) الخدمة الرئيسية وهذا يتأتي بالفعل من الأخذ في الإعتبار وتقرير الحمل المتتنوع او أقل حمل ممكن وبالتالي يمكن خفض او تقليل سعة الخدمة الرئيسية المطلوبة

٤-أقل صرف (تكاليف) على الأسلاك حيث يتم استخدام الإسلاك بكفاءة عالية فهذا من شأنه تقليل تكاليف الأسلاك في النظام ككل.

٥-الراحة والملاءمة حيث يمكن وضع العداد (جهاز المعايير) بحيث يتلاشى قراءة الداخل لكل مبني على حده وهذا يعطي سهولة للخدمة في مكونات النظام والموضع الأمثل optimum لنقطة التوزيع المركزية ومعدات الخدمة الرئيسية والذي يوفر أقل تكاليف للأسلاك هو ما يعرف ب مركز الحمل Load center ومركز الحمل هو المركز الجغرافي للأحمال.

٦-أول خطوة لتحديد موضع مركز الحمل للمزرعة ومبانيها هي رسم خريطة بمقاييس رسم وذلك للمزرعة ومبانيها ويتم توقيع موضع مدخل الخدمة وكذلك متطلبات الحمل لكل مبني ، ويستعان لذلك بخطين يسميان خططا القاعدة baselines وهي خطان متعمدان يمكن نسميتها X, Y ويتم توقيعها بطول جانبين من المزرعة ومبانيها ومن ثم يمكن تحديد نقطة مركز الحمل بالبعدين او نقطة تقاطع البعدين X, Y على تلك الخريطة وذلك بإيجاد المتوسط الموزون weighted mean للبعدين X, Y للاحمال الموضحة على الخريطة وتستخدم متطلبات الحمل Demand load كعاملات الوزن / ويمكن التعبير عن هذين البعدين في صورة معادلات كالتالي:-

$$Y_{Load\ Center} = \frac{\sum(L_i Y_i)}{\sum L_i} = \frac{\text{مجموع حاصل ضرب كل حمل في مسافته Y}}{\text{مجموع الاحمال}}$$

$$X_{Load\ Center} = \frac{\sum(L_i X_i)}{\sum L_i} = \frac{\text{مجموع حاصل ضرب كل حمل في مسافته X}}{\text{مجموع الاحمال}}$$

حيث :-

L_i = متطلبات الحمل لكل مبني

X_i = بعد المبني عن خط القاعدة المحور Y

Y_i = بعد المبني عن خط القاعدة المحور X

والمثال التالي يوضح كمية استخدام تلك الطريقة في حساب مركز الحمل Center calculation

مثال (٦-٣) :-

حدد موقع مركز توزيع الخدمة الكهربائية الرئيسي لمزرعه إذا علمت أن موقع المباني المختلفة للمزارعة بالنسبة لنقطة الأصل وأحمالها هي كالتالي:-

١- حظيرة الدواجن (٧٥،٢٠٠) وحمل ٨٠ أمبير

٢- ورشة الآلات (٢٥٠،٢٠٠) وحمل ٧٥ أمبير

٣- بئر مياه (٥٠،١٢٥) وحمل ١٥ أمبير

٤- منزل المزارع (٥٠،٥٠) وحمل ١٥٠ أمبير

٥- مخزن الحبوب (١٥٠،٥٠) وحمل ١٠٠ أمبير

Solution

وبالإستعانة (بالبيانات السابقة) يمكن إتباع الآتي لحساب مركز الحمل :-

Y.Load	Y	X.load	X	Load	Building
16000	200	6000	75	80	مزرعة الدواجن
15000	200	18750	250	75	الورشة
1875	125	750	50	15	بئر المياه
7500	50	7500	50	150	السكن
5000	50	15000	150	100	الحظيرة
45375		48000		420	المجموع

-: لمركز الحمل كالآتي X و Y عليه يمكن إيجاد مركز الحمل ان البعدين

$$Y_{Loadcenter} = \frac{\sum(L_i Y_i)}{\sum L_i} = \frac{45375}{420} = 108.04 \approx 108$$

$$X_{Loadcenter} = \frac{\sum(L_i X_i)}{\sum L_i} = \frac{48000}{420} = 1114.28 \approx 114$$

وعليه فإن أقرب موقع لمركز توزيع الخدمة (١١٤، ١٠٨)

وباتباع تلك الطريقة لتحديد موقع مركز الحمل فإنه يجب عدم إغفال أي اعتبارات أخرى مثل طبوغرافية المكان نفسه الذي توجد به المبني المزرعية وكذلك مكان الطرق السريعة والأشجار وأى مبني آخر أو أي عوائق قد تعرض هذا الموقع وبالتالي ربما يحتاج الأمر لتوقيع مركز الحمل عند موقع او نقطة آخر مخالفة لم تحديده كمركز للحمل في تلك الحالة او على أية حال يجب استشارة الشركة الموردة للقدرة قبل توقيع مكان مركز التوزيع.

ج- السعة الكهربائية لمركز توزيع الخدمة Capacity for main central service

عند استخدام نظام التوزيع المركزي فإنه يمكن الاستفادة من ميزة التنويع والاختلاف بين المبني في تحديد حجم الخدمة الرئيسية فإنه كما سبق قوله فإنه من غير المحتمل أن يتم تشغيل أو أن تعمل كل المبني عند حملها الكامل في نفس الوقت ولهذا يمكن تخفيض الأحمال الكلمة full demand load البعض المبني وذلك بالإضافة بمعامل متطلبات الحمل والذي يوضح صيغة جدول (٦-٢) والذي تم اقتراحه بواسطة NEC وذلك سيفيد في حساب السعة الضرورية لمعدات الخدمة الرئيسية للمبني

المزرعية وبالتالي سيكون اقل سعة للخدمة الرئيسية على عبارة عن مجموع الأحمال مضروبة في معاملات متطلبات الحمل الملاعنة.

متطلبات الحمل المحسوبة Countered Demand loads	معامل متطلبات الحمل Demand Factor
المسكن Residence كل بقية الأحمال الأخرى All others loads	100%
أكبر حمل largest load بعد استبعاد المسكن حيث تم حسابه اولاً	100%
ثاني أكبر حمل 2 nd largest load	75%
ثالث أكبر حمل 3 rd largest load	65%
مجموع الأحمال المتبقية Sum of remaining loads	50%

مثال (٤-٦) :-

إحسب أقل سعة (حجم) او متطلبات الحمل Demand load للخدمة الرئيسية في المثال السابق

Solution

المسكن	$150A \times 100\% = 150A$
أقصى حمولة وهو الحظيرة بعد استبعاد المسكن	$100A \times 100\% = 100A$
ثاني اكبر حمولة وهو مزرعة الدواجن	$80A \times 75\% = 60A$
ثالث اكبر حمولة وهو الورشة	$75A \times 65\% = 49A$
مجموعه الأحمال المتبقية وهي بئر المياه فقط	$15A \times 50\% = 84$

المجموع

367 A

وبالتالي يكون أقل متطلبات حمل كلية لتلك المباني المزرعية او للخدمة الرئيسية لها هي :

367 ampere at 230 volt

وكما سبق قد تكون معدات الخدمة الرئيسية موجودة او متحدة باحجام اوسعات قياسية معينة مثلا

100,200,300,400,500,...Ampere وبالتالي لمثل هذه المزرعة ومبانيها (المباني المزرعية) فهنى تحتاج معدات خدمة بحمل أدنى متاح وهو 400 أمبير ثم يأتي دور تعليم او اختبار اخطار الموصلات

د- معرفة حجم ونوع موصلات اللازمة

عند اختيار موصلات التغذية او خطوط توصيل الطاقة الكهربائية يجب أن نراعى العوامل التالية:-

١-قياس السلك ونوع المادة العازلة اللاز敏ين لحمل التيار الكهربى بأمان.

٢-نوع السلك ونوع المادة العازلة اللاز敏ين لمقابلة الاحتياجات المطلوبة والجو المحيط .

٣-قياس السلك اللازم لمنع زيادة هبوط الضغط فى الضغط .

وبالنسبة للعاملين الأولين وهما قياس ونوع السلك والمادة العازلة اللاز敏ين لحمل التيار الكهربى بأمان توجد جداول خاصة تحديد قياسات الأسلاك وأنواعها وأنواع المادة العازلة ويجب مراعاة هذه الجداول عن اختيار الأسلاك اللازمة لنقل تيار معين .

أما العامل الثالث وهو الخاص بهبوط الجهد أو الهبوط في الفولت Voltage Drop فهو العامل الذى يحتاج منا لبعض الحسابات حتى نصل لقياس السلك اللازم لمنع زيادة الهبوط فى ضغط الخط وهذا هو ماسيقتم توضيحه كما يلى:-

من المعروف أن هبوط الفولت ممكن التحكم فيه بالتحكم فى مقاومة الأسلاك فمقاومة السلك ممكنا اعتبارها دالة لمساحة المقطع فكلما زاد طول السلك تزداد مقاومته وكلما زادت مساحة مقطع السلك تقل مقاومته وتوضح جدول (١-٣) كما درست فى الباب الاول قيم مقاومة الأسلاك عند قياسات مختلفة لسلك طوله ١٠٠٠ ft و ذلك لنوعين من الأسلاك وهما النحاس والألمونيوم.

د/محمد رمضان درويش د/محمد سعيد غنيم

ويعرف فقد الخط بأنه القدرة المفقودة نتيجة مقاومة السلك ويمكن حسابها بضرب قيمة التيار السارى فى الهبوط فى الضغط Voltage drop كالتالى:-

$$P_{Loss} = I E_W$$

Where:-

$$\text{فقد الخط بالوات} = P_{Loss}$$

$$\text{التيار بالأمبير} = I$$

$$\text{الهبوط فى الضغط للموصل بالفولت} = E_W$$

وي فقد فقد الخط فى صورة حرارة داخل الأسلام و بتالى فهى تمثل تكاليف إضافية يجب التحكم فيها بالإختيار المناسب لنقاييس السلك و عموما يوصى بأن لايزيد الهبوط فى الفولت عن قيمة قصوى تعادل ٥% من الجهد الأصلى.

ومن الطرق المتبعة فى اختيار القياس الصحيح للأسلام حساب المقاومة المسموح بها و بتالى عند تطبيق قانون أوم يمكن حساب المقاومة المسموح بها على صورة :-

$$R_A = E_{Drop} / I$$

Where:-

$$\text{أقصى قيمة مسموح بها للمقاومة بالأوم} = R_A$$

$$\text{الهبوط فى الفولت المسموح به} = E_{Drop}$$

$$(\% \text{ of voltage drop} \times E_{Source})$$

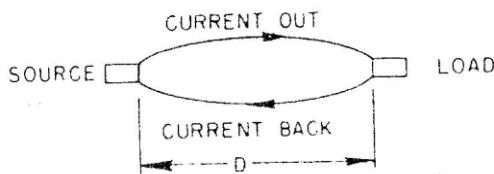
مثال (٦-٥) :-

أحسب المقاومة المسموح بها لموصل يحمل ٨٤ أمبير عند ٢٤٠ فولت إذا كان الهبوط فى الفولت ٢٪.

Solution

$$R_A = 0.02 \times 240 / 48 = 0.10 \text{ ohms}$$

وتعتمد المقاومة الكلية للموصل على طول الممر الذي يسرى فيه التيار وذلک على مساحة المقطع والطول الكلى لموصل يحمل تيار تكون ضعف المسافة من المنبع للحمل وذلك لإكمال الدائرة كما فى شكل (٦-٦).



شكل (٦-٦) موصل يحمل تيار من المنبع للحمل

وتسخدم المسافة بين المنبع والحمل مع المقاومة المسموح بها لحساب المقاومة المسموح بها لوحدة الطول كالتى:-

$$\rho = \frac{R_A}{2D}$$

Where:-

$$\text{المقاومة لوحدة الطول بالأوم/وحدة الطول} = \rho$$

$$\text{المقاومة المسموح بها بالأوم} = R_A$$

$$\text{المسافة بين الحمل والمنبع بوحدات طول مناسبة} = D$$

ويمكن استخدام التناسب لحساب قيمة ρ لقيم تتفق مع تلك الموضحة بالجدول (١-٣) مثل:-.

$$R_{1000n} = \left(\frac{R_A}{2D} \right) / 1000 \quad \text{or}$$

$$R_{1000ft} = \left(\frac{R_A}{2D} \right) / 1000 \quad \text{or}$$

وبعد ذلك نختار قياس السلك الذى له نفس قيمة المقاومة R أو أقل منها .

مثال (٦-٦) :-

إذا كان الحمل فى المثال السابق يبعد ٨٠ م عن المنبع فما هو قياس سلك النحاس اللازم للتوصيل.

Solution

$$R_{1000m} = 0.1 \times 1000 / (2 \times 80) = 0.625 \text{ ohms / 1000 m}$$

ومن جدول (١-٣) نجد أن السلك رقم ٢ (Gauge 2) والذى له مقاومة قدرها ٥١١ .٠ أوم/١٠٠٠ م تفى بالاحتياجات المطلوبة لحفظ على الهبوط فى الفولت أقل من ٢% .

مثال (٦-٧) :-

أحسب قياس سلك المونيوم اللازم للمحافظة على ٣% أو أقل هبوط فى الفولت لحمل ٤٠ فولت / ٩٠ أمبير يقع على بعد ٢٢٠ ft من نقطة التوزيع المركزى.

Solution

نحسب المقاومة المسموح بها كالتالى:-

$$R_A = E_{Drop} / I = (0.03 \times 240) / 90 = 0.08 \text{ ohms}$$

$$R_{1000ft} = (0.08 / 2 \times 220) / 1000 = 0.1818 \text{ ohms / 1000 ft}$$

وبعد ذلك نحسب قيمة الهبوط فى الفولت الحقيقية لسلك قياسه (٥) كالتالى:-

$$R = (0.162 \times 440) / 1000 = 0.07128 \text{ ohms}$$

$$E_{drop} = IR = 90 \times 0.07128 = 6.408 \text{ volts}$$

$$\therefore \% \text{ of } E_{drop} = (6.408 / 240) \times 100 = 2.67\%$$

وهذه النسبة أقل من ٣% إذن السلك ذو قياس ٥ يفى بالغرض .