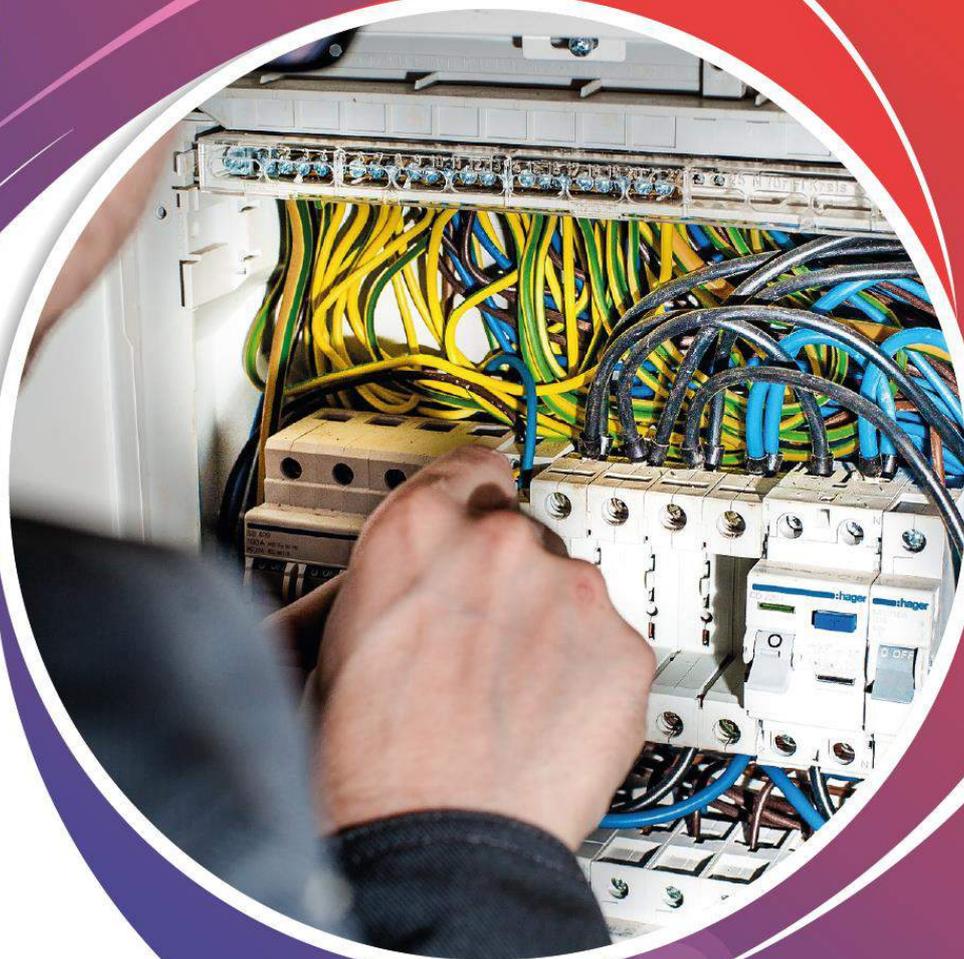


MANUEL 1 ÉLECTRICITÉ BÂTIMENTS.



MANUAL 1:

Electricidad en Edificios



ARCHIPELAGO

une initiative africaine et européenne
pour la formation professionnelle



Cámara
de Comercio de España

1. Concepts de base	4
1.1. Tension (différence de potentiel).....	4
1.1.1. Mesure de la tension.....	7
1.2. Courant (densité de courant)	7
1.2.1. Densité de courant	8
1.3. Résistances	9
1.4. La loi d'Ohm.....	12
1.5. Circuits en série et en parallèle	13
1.5.1. Circuits en série à courant continu	13
1.5.2. Circuits de courant continu en parallèle	14
1.6. Courant alternatif.....	15
1.6.1. Cycles de courant alternatif	16
1.6.2. Fréquence du courant alternatif	17
1.6.2.1. Valeur maximale et valeur crête à crête d'une sinusoïde.....	17
1.6.2.2. Valeur moyenne d'une sinusoïde	18
1.6.2.3. Valeur efficace d'une sinusoïde	18
1.6.3. Puissance	19
1.6.3.1. Facteur de puissance.....	19
1.7. Circuits triphasés	20
1.7.1. Circuits alternatifs triphasés.....	20
1.7.2. Circuits triphasés	20
Table des matières PARTIE 2	22
1. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 1 : Installations de liaison.	25
1.1. Caractéristiques et types d'éléments :	25
1.1.1. Tableau de distribution.	25
1.1.2. Éléments de contrôle et de protection.	26
1.1.3. Tuyaux et conduits	27
1.1.4. Boîte de jonction et dérivation	28
1.1.5. Conducteurs électriques.	29
1.1.6. Éléments de manœuvre et de connexion.	31
1.2. Emplacement et montage d'installations de liaison :	33
1.2.1. Boîtiers de protection générale.	33

1.2.2.	Compteurs et centralisation.....	34
1.2.3.	Dispositifs de contrôle et de protection. ITC-BT-16, ITC-BT-17.	35
2.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 2 : Représentation et symbologie des installations de liaison électriques.....	36
2.1.	Symbologie standardisée pour les installations de liaison électriques.....	37
2.2.	Dessins et schémas électriques normalisés.	39
2.3.	Interprétation des schémas électriques des installations de liaison :	43
2.3.1.	Pour un seul utilisateur.	43
2.3.2.	Pour plus d'un utilisateur.	44
2.4.	Règles et règlements. ITC-BT-12.	46
3.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 3 : Mesure dans les installations électriques.....	48
3.1.	Grandeurs électriques.....	48
3.2.	Résistance électrique des connexions à la terre et de l'isolation.	50
3.3.	Relations fondamentales entre les grandeurs électriques.	53
3.4.	Instruments de mesure : Typologie et caractéristiques.....	56
3.5.	Procédures de connexion.....	62
3.6.	Processus de mesure.....	63
4.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 4 : Préparation de la documentation des installations de liaison électrique.	66
4.1.	Documentation d'installation ITC-BT-01, ITC-BT-02.	67
4.2.	Exigences et actions des installateurs agréés ITC-BT-03.....	68
4.3.	Documentation et mise en service des installations de l'ITC-BT-04.	72
4.4.	Vérification et inspections ITC-BT-05.	74
4.5.	Prévision des charges pour la fourniture de B.T. ITC-BT-08, ITC-BT-10.	78
	ANNEXE	82
	Risques électriques.	82
1.1.	Types d'accidents électriques.	82
1.2.	Contacts directs :.....	85
1.2.1.	Contact direct avec deux conducteurs actifs d'une ligne.....	85
1.2.2.	Contact direct entre un conducteur de ligne active et la terre ou la masse.....	85
1.2.3.	Décharge par induction.	86
1.3.	Protection contre le contact direct :	86
1.3.1.	Éloignement entre les parties actives.	87
1.3.2.	Interposition d'obstacles.....	87

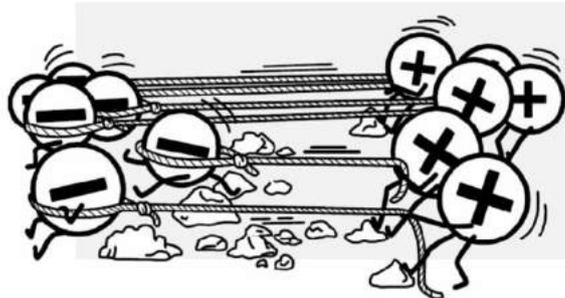
1.3.3.	Revêtement des parties actives	87
1.4.	Contacts indirects :.....	88
1.4.1.	Mise à la terre des masses.	88
1.4.2.	Double isolation.	90
1.4.3.	Interrupteur différentiel.....	90
1.5.	Action en cas d'accident.....	91
1.6.	Normes de sécurité :	91
1.6.1.	Travaux sans tension.	92
1.6.2.	Travaux sous tension.....	93
1.6.3.	Équipement de sécurité.	93

1. Concepts de base

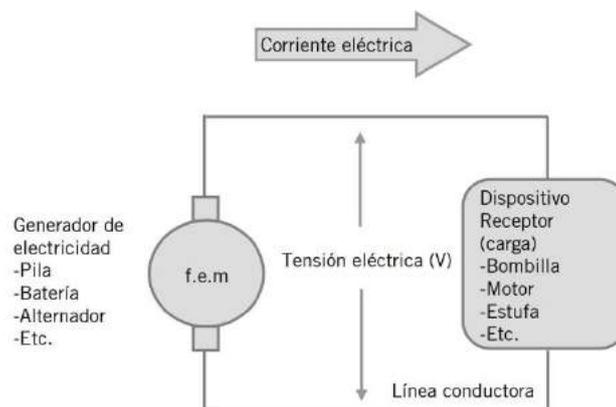
1.1. Tension (différence de potentiel)

Pour qu'un courant électrique existe, il faut quelque chose pour forcer les électrons à circuler de manière ordonnée ; une force d'origine électrique, appelée force électromotrice (f.é.m.), dont l'unité est le volt (V). Cette force est fournie par des générateurs d'électricité tels que des batteries, des piles, des alternateurs, etc. Dans les générateurs d'électricité, à la suite d'un certain type de processus, il se produit à l'intérieur de ceux-ci ce que l'on appelle une f.é.m., qui peut être définie comme suit :

Fuerza electromotriz Es la fuerza que obliga a los electrones a moverse (dentro del generador), y que tiene por efecto producir una tensión eléctrica.



La tension électrique, qui est exprimée en volts, est la force qui fait que les électrons se déplacent dans une certaine direction à travers les lignes conductrices (circuit) de manière ordonnée, c'est-à-dire ce qui fait apparaître un courant électrique. Ce principe est illustré dans la figure



Un générateur d'électricité fournit une tension électrique (volts) qui fait circuler un courant électrique dans le récepteur (charge) pour effectuer un travail (lumière, chaleur, force mécanique, etc.). Les lignes électriques sont le moyen utilisé pour transporter l'énergie électrique du générateur à la charge.

Mientras más carga tenga el material, mayor será su potencial para producir un flujo de electrones. + TENSIÓN \Rightarrow + FLUJO DE ELECTRONES

D'un point de vue plus technique, d'autres termes connexes apparaissent, appelés potentiel électrique et différence de potentiel.

Potentiel électrique : Le potentiel électrique en un point est défini comme le travail nécessaire pour déplacer l'unité de charge électrique positive de l'infini vers ce point. C'est le travail par unité de charge, mesuré en volts (V). L'unité volt est donc le travail d'un Joule (J) sur la charge d'un Coulomb (C) ;

Exemple :

Vous avez le potentiel d'un volt si vous faites le travail d'un Joule pour déplacer la charge d'un Coulomb : $1 \text{ V} = 1 \text{ J} / 1 \text{ C}$.

Différence de potentiel : La différence de potentiel entre deux points est définie comme le travail nécessaire pour que la charge unitaire se déplace d'un point à l'autre. La différence de potentiel est également mesurée en volts.

Exemple :

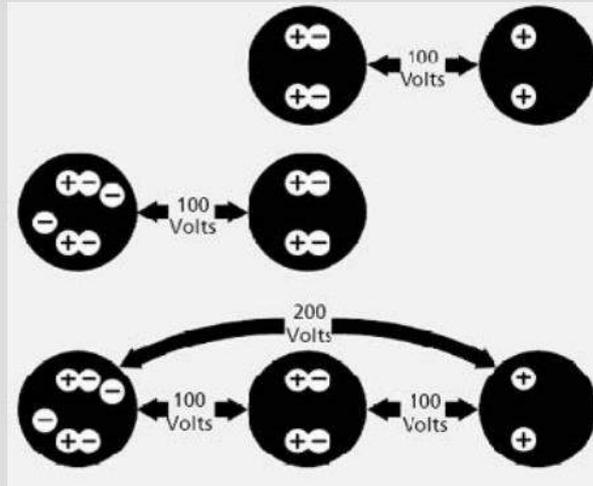
Vous obtenez un volt si vous faites le travail d'un Joule pour que la charge d'un Coulomb se déplace d'un point à un autre.

En résumé, les termes force électromotrice, tension, potentiel et différence de potentiel sont exprimés dans l'unité volt, et sont souvent appelés tension, symbolisée par la lettre V ou E, mais aussi représentée par un U. Par exemple, dans une batterie de 9 V, on peut dire que la batterie fournit une tension de 9 V, qu'entre ses bornes [positive (+) et négative (-)] il existe une différence de potentiel de 9 V, ou simplement qu'elle génère une tension de 9 V.

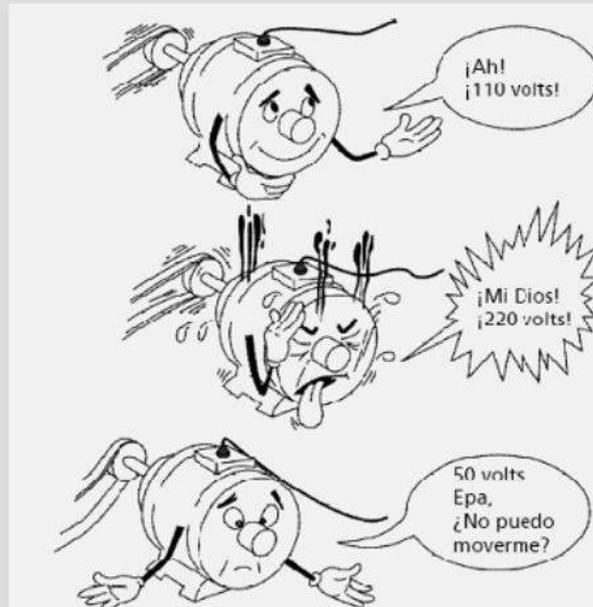
PREFIJO	SÍMBOLO	DECIMAL
1 kilovolt	1 kV	1000 V
1 milivolt	1 mV	(1/1000)= 0.001 V
1 microvolt	1 μ V	(1/1,000,000)= 0.000001 V

Prefijos más usados cuando se trata con múltiplos y submúltiplos del voltaje

Voltaje es diferencia de potencial



Utilice el voltaje adecuado



Exemple :

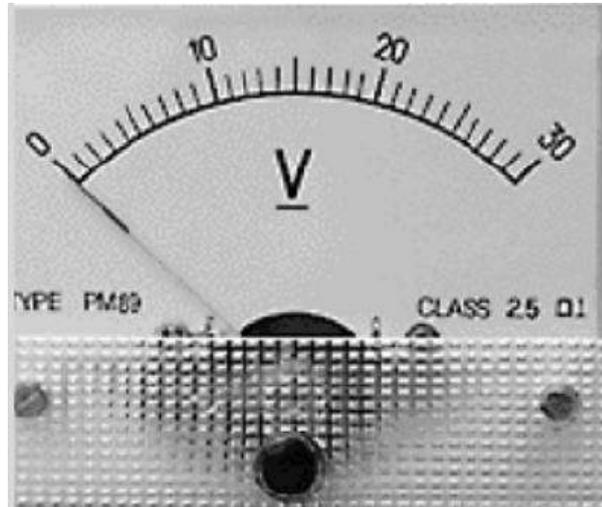
Un grand clou nécessite un grand marteau. Un flux de courant plus important nécessite une



tension plus élevée.

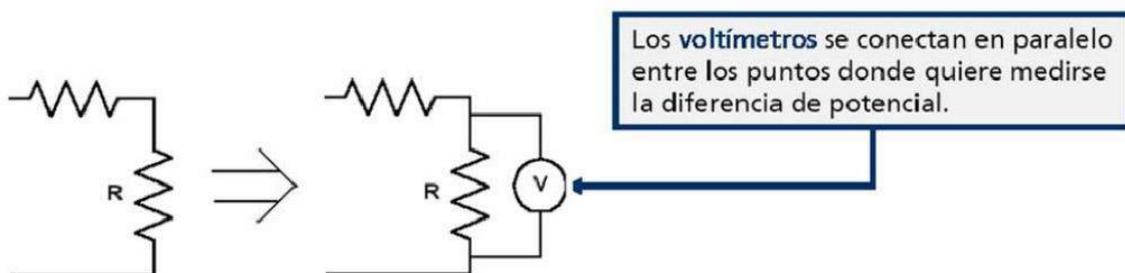
1.1.1. Mesure de la tension

L'instrument permettant de mesurer la différence de potentiel entre deux points d'un circuit électrique s'appelle un voltmètre.



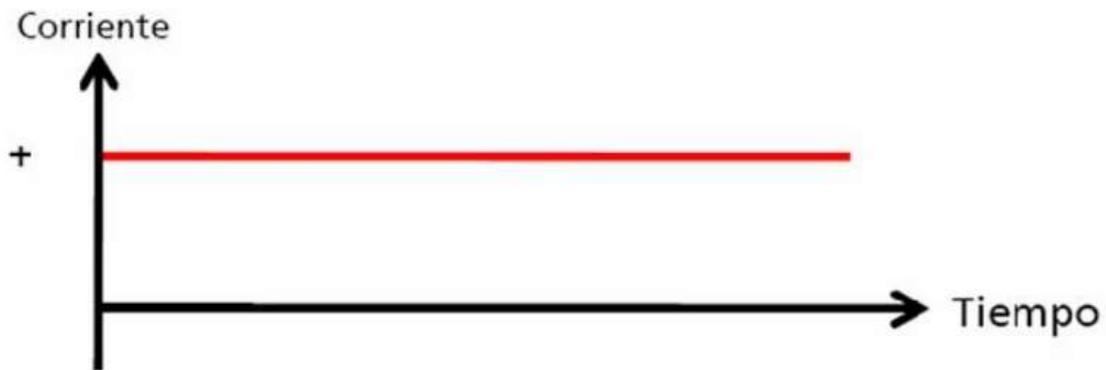
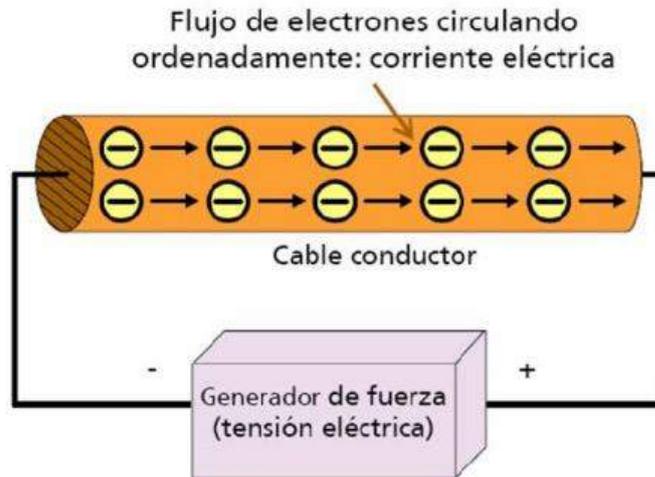
Comment la tension est-elle mesurée ?

Les grandeurs de base à mesurer dans un circuit sont l'intensité de courant et la tension. La mesure de l'intensité électrique s'effectue à l'aide d'appareils appelés ampèremètres. Les différences de potentiel ou les tensions sont mesurées avec des voltmètres. Si l'on veut mesurer la tension aux extrémités d'une résistance, il faut insérer un voltmètre comme indiqué sur la figure



1.2. Courant (densité de courant)

Le courant peut être défini comme un flux ordonné d'électrons, c'est-à-dire que les électrons en mouvement constituent un courant électrique. Lorsqu'une tension leur est appliquée, par exemple par une batterie, il est possible de forcer les électrons à sortir de leur trajectoire circulaire et de les faire passer d'un atome à un autre.

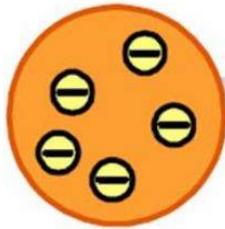


PREFIJO	SÍMBOLO	DECIMAL
1 kiloamper	1 kA	1000 A
1 miliamper	1 mA	(1/1000)= 0.001 A
1 microamper	1 μ A	(1/1,000,000)= 0.000001 A

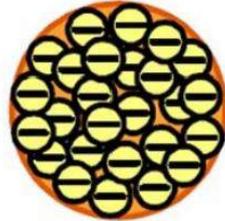
Prefijos más usados cuando se trata con múltiplos y submúltiplos de la intensidad de corriente

1.2.1. Densité de courant

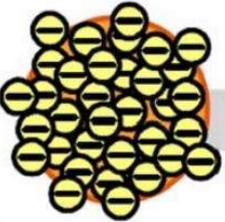
La densité de courant est définie comme le courant maximal admissible par unité de section d'un conducteur. Pour mieux comprendre cette définition, imaginons la section d'un conducteur électrique traversée par la circulation du courant électrique où différents cas se présentent :



Los electrones se desplazan en libertad por el conductor. La sección es excesiva para la corriente, ésta es "poco densa" con respecto a la sección del conductor.



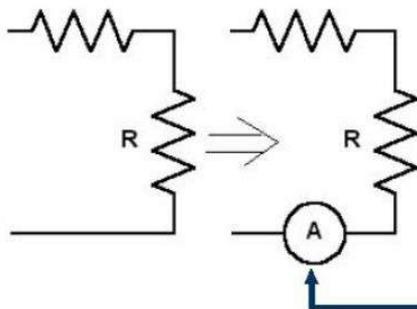
Los electrones ocupan toda el área de la sección del conductor. Esto quiere decir que la sección alcanza exactamente para la circulación de electrones. A este valor de corriente, que puede circular indefinidamente, se denomina intensidad máxima admisible para la sección considerada.



Los electrones necesitan una sección mayor que la del conductor, para que todos puedan circular indefinidamente. Esto quiere decir que la sección del conductor es insuficiente para la corriente, lo cual implica que el conductor no soporta ese valor de corriente indefinidamente por lo que en poco tiempo se funde.

Comment mesure-t-on le courant électrique ?

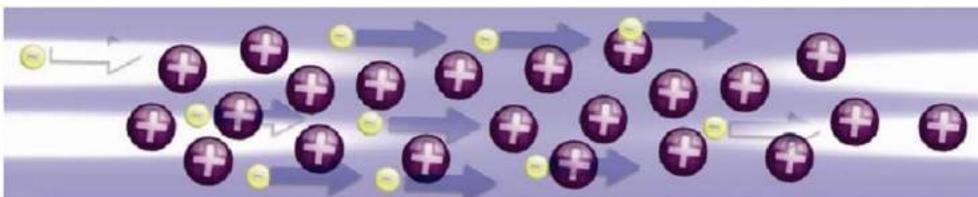
Le flux de courant ou l'intensité du courant est constitué du nombre d'électrons qui traversent un matériau pendant une période de temps donnée. L'ampèremètre est l'instrument qui mesure le nombre de Coulombs passant par seconde (ampères)

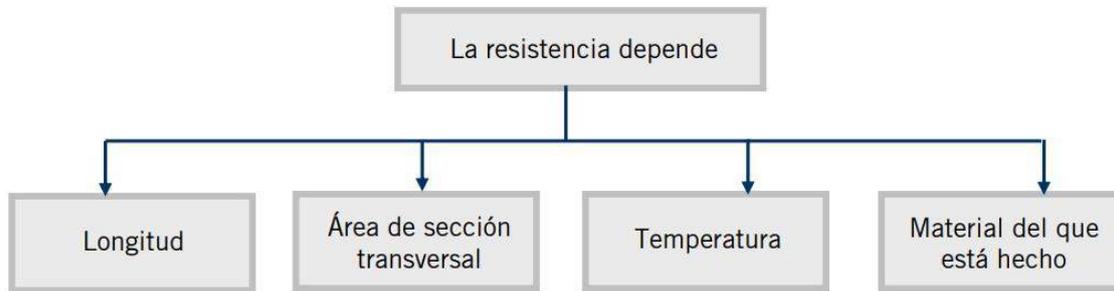


Los **amperímetros** se intercalan en serie con los elementos incluidos en la rama donde se quiere medir la corriente que pasa.

1.3. Résistances

Chaque matériau offre une certaine opposition au flux de courant, qui peut être grande ou petite. Cette opposition est appelée résistance.





Longueur :

Si l'on compare deux conducteurs de même matériau et de même section mais de longueurs différentes, le plus long s'oppose davantage au mouvement des électrons car ceux-ci ont un chemin plus long à parcourir.



Nous en concluons donc que : plus la longueur du conducteur est grande, plus la résistance est élevée.

Section :

En comparant deux conducteurs de même matériau et de même longueur mais de section différente, on constate que dans celui qui a la plus grande section, il y a un plus grand nombre d'électrons, donc un courant plus intense circule.



Nous en concluons que : plus la section du conducteur est grande, plus la résistance est faible.

Température :

Les changements de température influencent les matériaux, à tel point que la résistance des métaux purs augmente avec la température.



Par conséquent, nous concluons que : plus la température d'un matériau est élevée, plus la résistance du matériau est élevée.

Matériau :

L'une des propriétés des matériaux est la conductance, définie comme la facilité avec laquelle un matériau permet le passage du courant. Plus la conductance est élevée, plus le courant qu'elle permet de faire passer est important. Comme le conducteur le plus couramment utilisé est le cuivre, tous les métaux ont un indice de conductivité, qui indique l'efficacité avec laquelle ils conduisent le courant par rapport au cuivre. Cette conductance est appelée conductance relative ou coefficient de conductivité.



On en conclut que : plus le coefficient de conductivité du conducteur est élevé, plus la résistance au passage du courant est faible.

1.4. La loi d'Ohm

La génération d'un courant électrique est liée à deux conditions :

À l'existence d'une force propulsive, force que nous avons appelée force électromotrice (f.é.m.).

À l'existence d'un circuit fermé et conducteur reliant les deux pôles de la source de tension.

L'intensité du courant dépend à la fois de la grandeur de la f.é.m. (V) et de la résistance du circuit (R). Cette dépendance a été clarifiée par le physicien George Simon Ohm, qui a formulé la loi la plus importante de l'ingénierie électrique, à savoir la loi d'Ohm.

La loi d'Ohm stipule que, dans un circuit électrique, la valeur du courant est directement proportionnelle à la tension appliquée et inversement proportionnelle à la résistance du circuit.

En d'autres termes, cette loi nous dit :

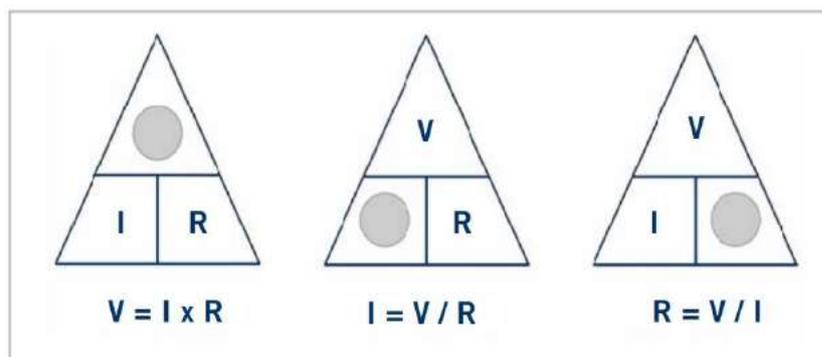
- Plus la tension est élevée, plus le courant est élevé ; plus la tension est faible, plus le courant est faible.
- Plus il y a de résistance, moins il y a de courant ; moins il y a de résistance, plus il y a de courant.

La loi d'Ohm nous permet de connaître la tension aux bornes d'un élément de circuit en connaissant sa résistance et le courant qui le traverse et les met en relation comme suit :

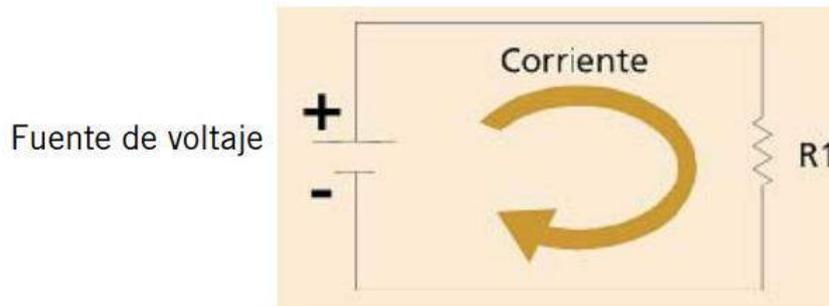
$V / I = R$

V = Voltaje (V)
R = Resistencia (Ω).
I = Corriente (A).

Il existe un moyen simple de savoir quelle formule utiliser à un moment donné : utiliser un triangle d'Ohm où sont placés le courant, la tension et la résistance. Pour utiliser le triangle, vous couvrez la valeur que vous voulez calculer et les lettres restantes composent la formule.



Si nous voulons déterminer la valeur de la source de tension de la figure ci-dessous qui fera circuler un courant de 0,4 A à travers la résistance R1, dont la valeur est de 25 Ω , l'équation de la loi d'Ohm s'applique directement.



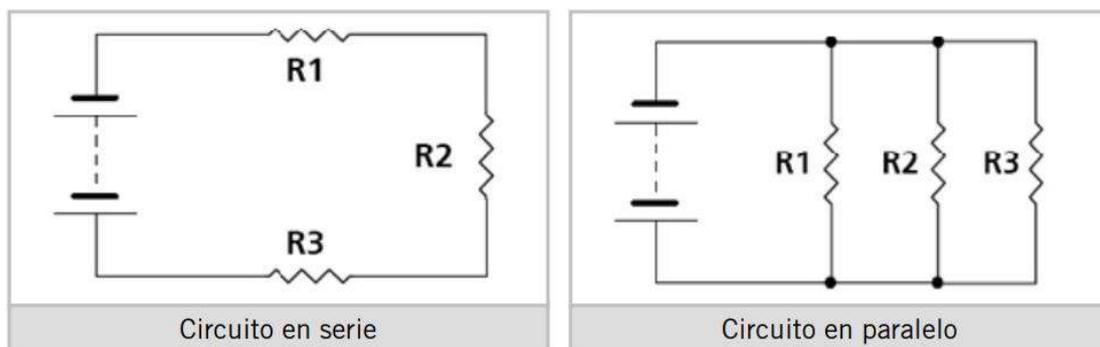
$$V = I \times R$$

$$V = 0,4 \text{ A} \times 25 \Omega = 10 \text{ V}$$

Cette équation peut également être exprimée comme suit : $I = V / R$ ou $R = V / I$

1.5. Circuits en série et en parallèle

Dans un circuit électrique, les résistances peuvent être disposées en série ou en parallèle :



1.5.1. Circuits en série à courant continu

Lorsque N résistances sont connectées en série, la résistance totale du circuit est égale à la somme de toutes les résistances.

C'est-à-dire :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Exemple :

Si nous avons une batterie de 24 V CC aux bornes de laquelle les composants suivants sont connectés en série :

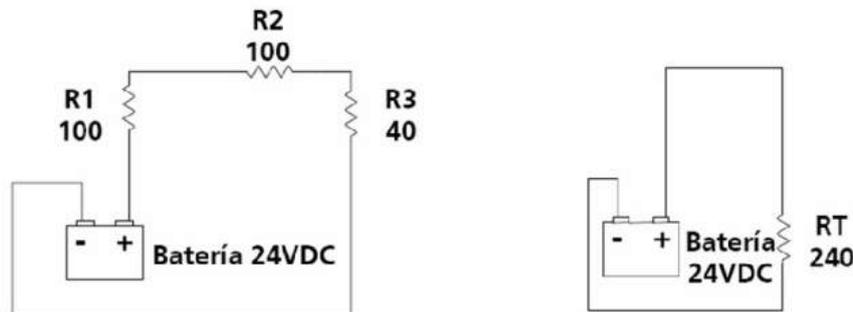
- une résistance R1 de 100 Ω
- une résistance R2 de 100 Ω
- et une troisième résistance R3 de 40 Ω .

Quelle est la résistance totale ou équivalente présentée à la batterie ?

Nous savons que $R_T = R_1 + R_2 + R_3$, donc en remplaçant les valeurs nous obtenons :

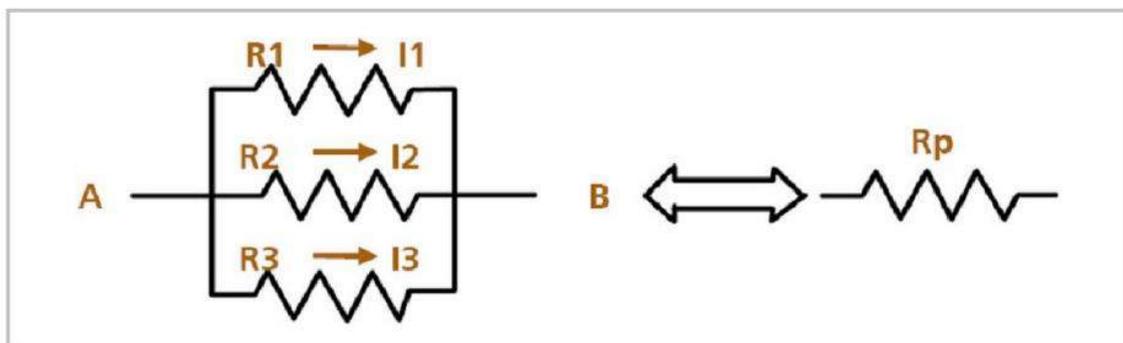
$$R_T = 100 \, \Omega + 100 \, \Omega + 40 \, \Omega = 240 \, \Omega$$

Cela signifie que la résistance totale ou équivalente que la batterie « voit » à ses bornes est de 240 Ω .



1.5.2. Circuits de courant continu en parallèle

On considère que plusieurs éléments sont en parallèle lorsque la chute de potentiel entre eux est la même. Cela se produit lorsque leurs bornes sont reliées entre elles comme le montre le schéma ci-dessous :



Maintenant, la différence de potentiel entre l'une des résistances est V , la différence de potentiel entre les points A et B. • Le courant qui traverse chacune des résistances est V/R_i ($i=1, 2, 3$). • Le courant total de A à B sera égal à $I_1 + I_2 + I_3$. • La résistance totale d'un nombre N de résistances en parallèle est le résultat de l'équation suivante :

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_N}}$$

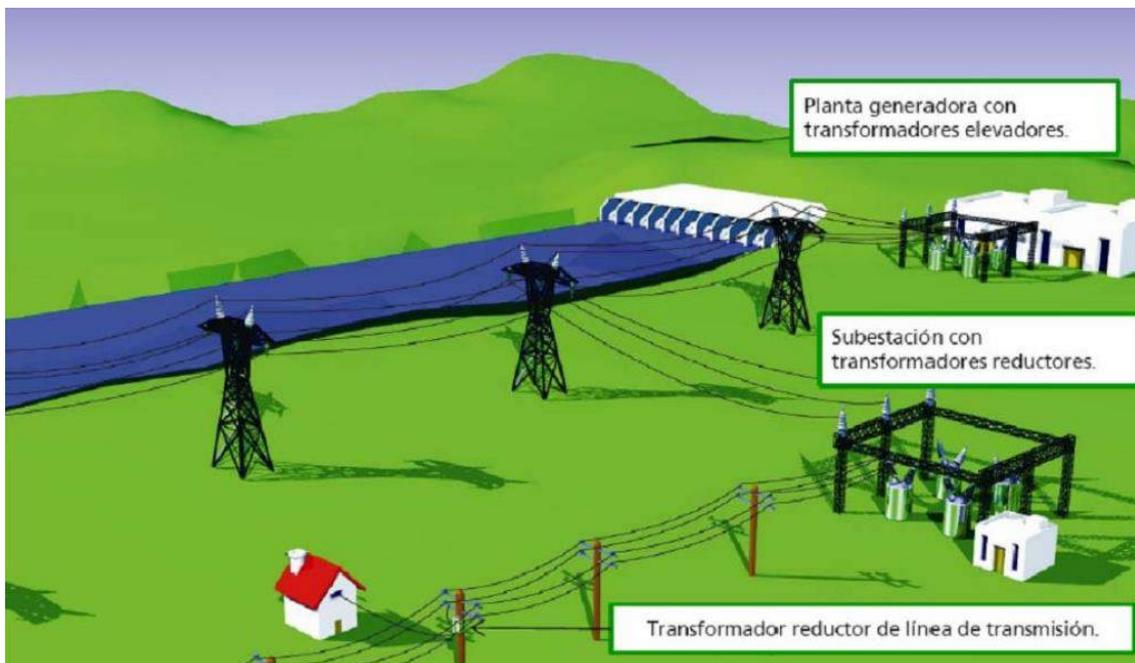
Comme il existe trois chemins alternatifs pour le passage du courant, la facilité de passage (conductance) a augmenté : la facilité totale est la somme des facilités. La conductance $1/R_p$ doit être la somme des conductances des résistances composantes de l'association :

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_2 + 1/R_3$$

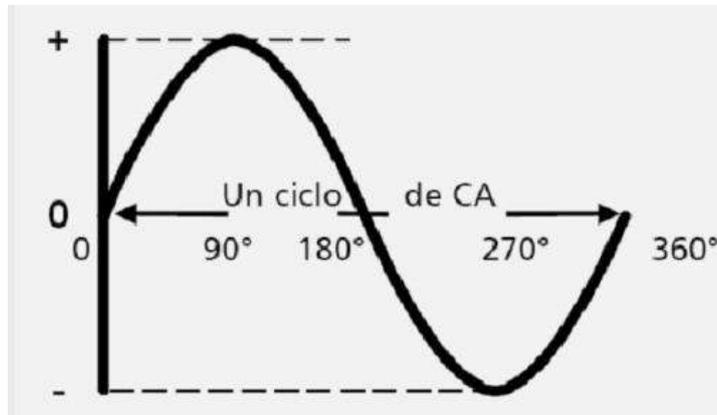
1.6. Courant alternatif

Le courant qui circule dans les lignes électriques et l'électricité normalement disponible dans les foyers à partir des prises murales est un courant alternatif.

Il existe de très bonnes raisons de choisir le courant alternatif pour la transmission de la force motrice. L'une d'entre elles est que la tension alternative peut être augmentée ou diminuée facilement et avec une perte de puissance négligeable grâce au transformateur, alors que les tensions continues ne peuvent être modifiées sans une perte de puissance considérable.

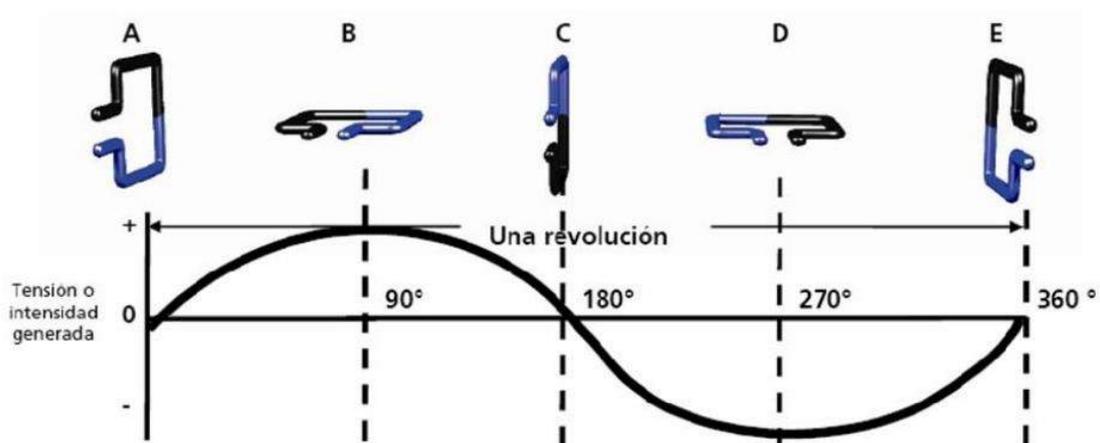


1.6.1. Cycles de courant alternatif

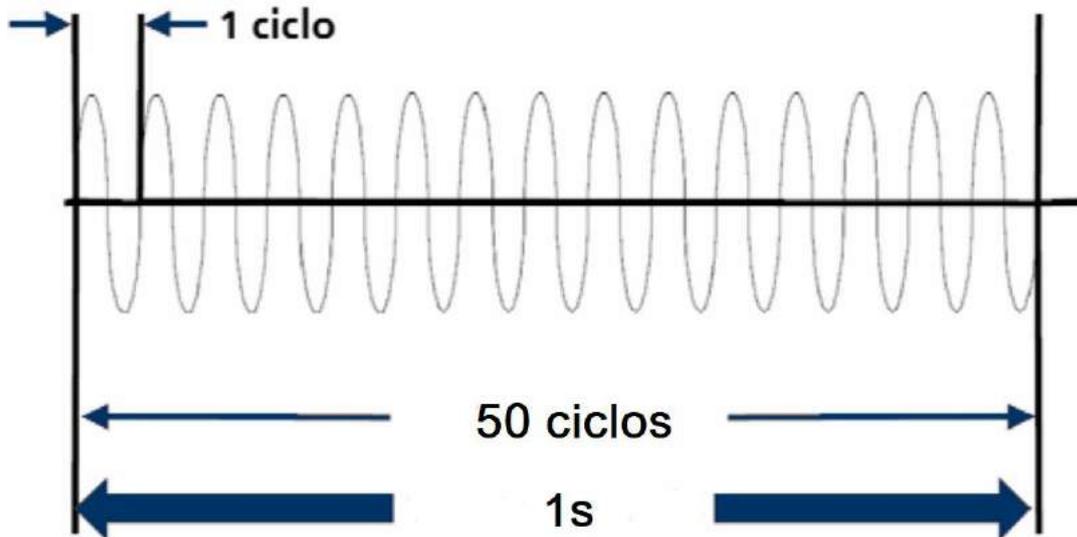


On dit qu'un cycle est complet lorsque la forme d'onde de la tension ou de l'intensité de CA décrit un ensemble complet de valeurs positives et négatives.

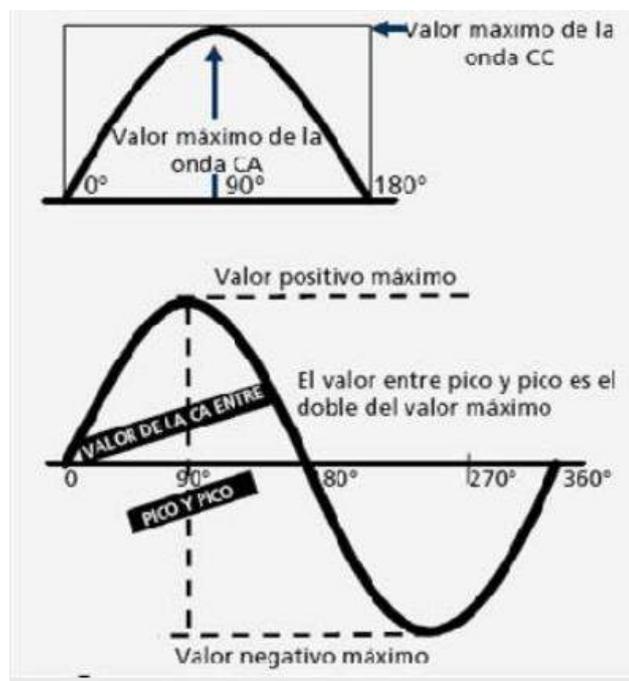
La tension du générateur est appelée « tension alternative », car elle alterne périodiquement entre positif et négatif. Le flux de courant, puisqu'il varie en fonction de la tension, doit également être alternatif. Quant à l'intensité, elle est également appelée intensité de courant alternatif. L'intensité de courant alternatif est toujours associée à une tension alternative, puisque la tension alternative provoque toujours un flux de courant alternatif.



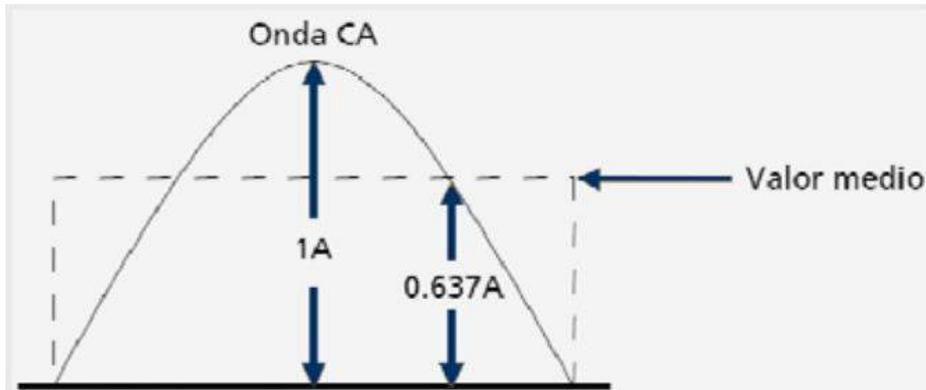
1.6.2. Fréquence du courant alternatif



1.6.2.1. Valeur maximale et valeur crête à crête d'une sinusoïde



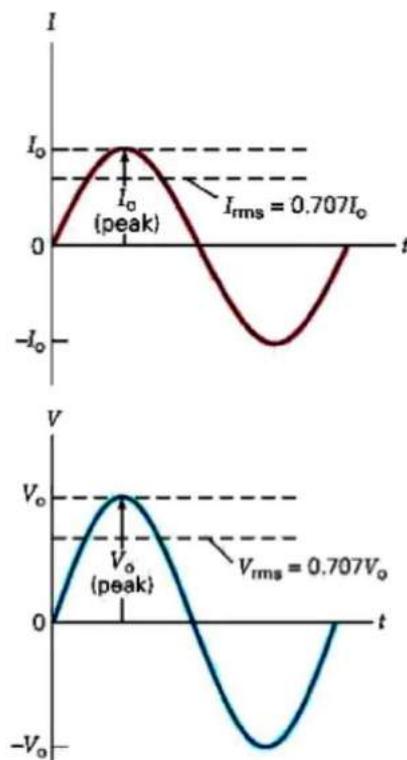
1.6.2.2. Valeur moyenne d'une sinusoïde



$$V_m = \frac{2V_0}{\pi}$$

1.6.2.3. Valeur efficace d'une sinusoïde

La valeur RMS est la valeur moyenne quadratique d'une grandeur électrique. Le concept de valeur efficace est utilisé spécialement pour l'étude des formes d'onde périodiques, bien qu'il soit applicable à toutes les formes d'onde, constantes ou non.



$$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

1.6.3. Puissance

La puissance consommée dans un circuit alternatif est la moyenne de toutes les valeurs instantanées de puissance ou d'effet de chauffage pour le cycle complet.

$$P = V * I$$

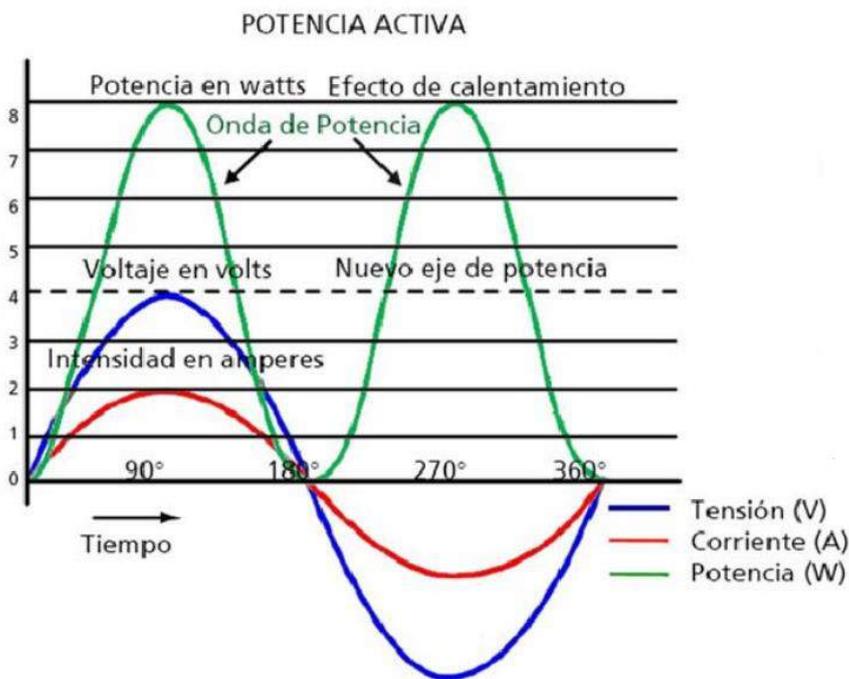
où P = Puissance

V = Tension

I = Courant

1.6.3.1. Facteur de puissance

Lorsque I_{ef} (courant efficace) et E_{ef} (tension efficace) sont en phase, le produit de la puissance est appelé watts, comme dans les circuits à courant continu. Lorsqu'ils ne sont pas en phase, on parle de « voltampères ». Le rapport entre la puissance en watts et les voltampères d'un circuit est appelé « facteur de puissance »



Dans un circuit résistif pur, la puissance en watts est égale à I_{ef} (courant efficace) x E_{ef} (tension efficace), de sorte que dans ce circuit, le « facteur de puissance » est égal à la puissance en watts divisée par les voltampères, ce qui est égal à un.

1.7. Circuits triphasés

La principale application des circuits triphasés est la distribution de l'énergie électrique. Les avantages par rapport à un circuit monophasé sont une puissance plus élevée, des coûts de transport plus faibles et le fait que la puissance fournie à la charge est toujours constante.

1.7.1. Circuits alternatifs triphasés

Les circuits de courant alternatif que nous avons vus jusqu'à présent sont monophasés, car ils sont constitués d'un seul courant alternatif. Cependant, la technologie a développé des circuits composés de plusieurs courants alternatifs, appelés circuits polyphasés, et notamment :

Biphasés constitués de deux phases (2 courants)

Triphasés constitués de trois phases (3 courants)

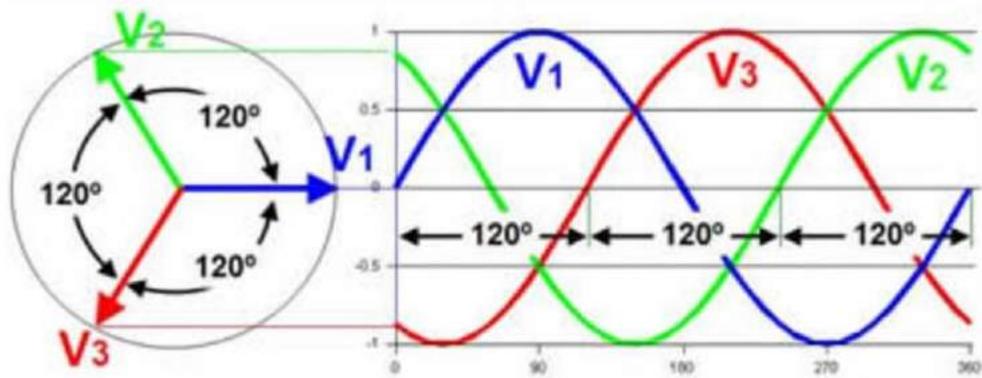
Hexaphasés constitués de six phases (6 courants)

Dodécaphasés constitués de douze phases (12 courants)

1.7.2. Circuits triphasés

Un système triphasé est simplement un ensemble de trois systèmes monophasés.

Un système est appelé système à symétrie de phase s'il satisfait : $\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$



— Fase R
— Fase S
— Fase T

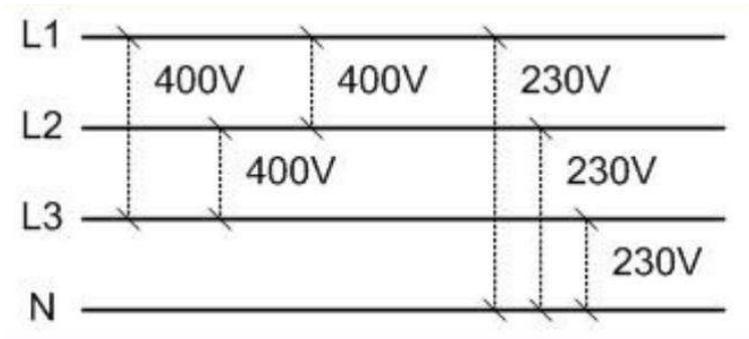
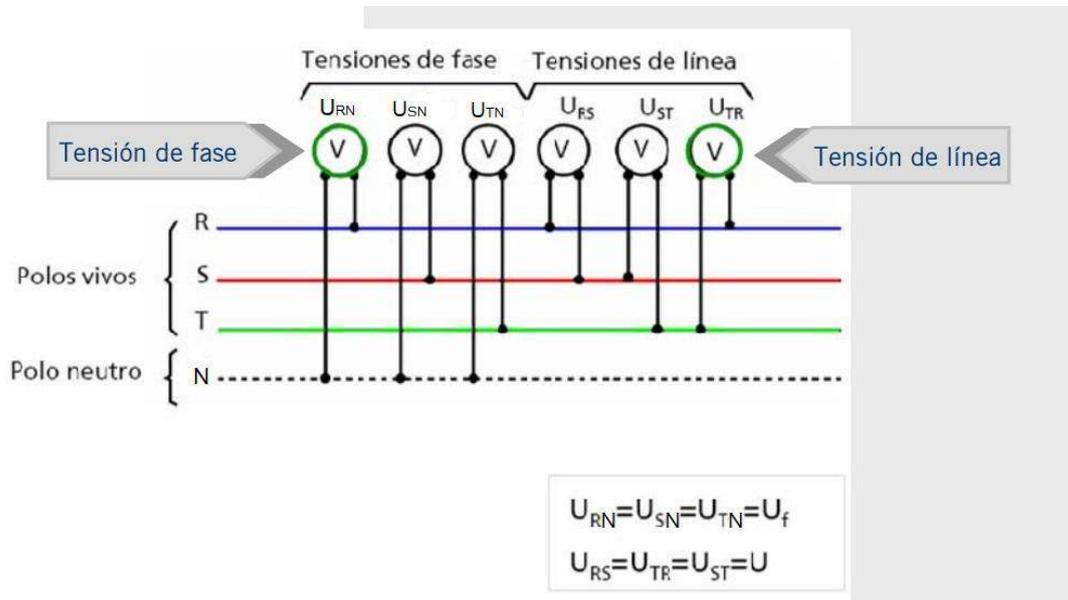


Table des matières PARTIE 2

1. Concepts de base	4
1.1. Tension (différence de potentiel).....	4
1.1.1. Mesure de la tension.....	7
1.2. Courant (densité de courant).....	7
1.2.1. Densité de courant.....	8
1.3. Résistances.....	9
1.4. La loi d'Ohm.....	12
1.5. Circuits en série et en parallèle.....	13
1.5.1. Circuits en série à courant continu	13
1.5.2. Circuits de courant continu en parallèle	14
1.6. Courant alternatif.....	15
1.6.1. Cycles de courant alternatif	16
1.6.2. Fréquence du courant alternatif	17
1.6.2.1. Valeur maximale et valeur crête à crête d'une sinusoïde.....	17
1.6.2.2. Valeur moyenne d'une sinusoïde.....	18
1.6.2.3. Valeur efficace d'une sinusoïde	18
1.6.3. Puissance.....	19
1.6.3.1. Facteur de puissance.....	19
1.7. Circuits triphasés.....	20
1.7.1. Circuits alternatifs triphasés.....	20
1.7.2. Circuits triphasés.....	20
Table des matières PARTIE 2.....	22
1. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 1 : Installations de liaison.	25
1.1. Caractéristiques et types d'éléments :.....	25
1.1.1. Tableau de distribution.	25
1.1.2. Éléments de contrôle et de protection.	26
1.1.3. Tuyaux et conduits	27
1.1.4. Boîte de jonction et dérivation	28
1.1.5. Conducteurs électriques.	29
1.1.6. Éléments de manœuvre et de connexion.	31
1.2. Emplacement et montage d'installations de liaison :	33
1.2.1. Boîtiers de protection générale.	33
1.2.2. Compteurs et centralisation.....	34

1.2.3.	Dispositifs de contrôle et de protection. ITC-BT-16, ITC-BT-17.	35
2.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 2 : Représentation et symbologie des installations de liaison électriques.....	36
2.1.	Symbologie standardisée pour les installations de liaison électriques.....	37
2.2.	Dessins et schémas électriques normalisés.	39
2.3.	Interprétation des schémas électriques des installations de liaison :	43
2.3.1.	Pour un seul utilisateur.	43
2.3.2.	Pour plus d'un utilisateur.	44
2.4.	Règles et règlements. ITC-BT-12.	46
3.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 3 : Mesure dans les installations électriques.....	48
3.1.	Grandeurs électriques.....	48
3.2.	Résistance électrique des connexions à la terre et de l'isolation.	50
3.3.	Relations fondamentales entre les grandeurs électriques.	53
3.4.	Instruments de mesure : Typologie et caractéristiques.....	56
3.5.	Procédures de connexion.....	62
3.6.	Processus de mesure.....	63
4.	UNITÉ D'APPRENTISSAGE 4 : Préparation de la documentation des installations de liaison électrique.	66
4.1.	Documentation d'installation ITC-BT-01, ITC-BT-02.	67
4.2.	Exigences et actions des installateurs agréés ITC-BT-03.....	68
4.3.	Documentation et mise en service des installations de l'ITC-BT-04.	72
4.4.	Vérification et inspections ITC-BT-05.	74
4.5.	Prévision des charges pour la fourniture de B.T. ITC-BT-08, ITC-BT-10.	78
ANNEXE	82
Risques électriques.	82
1.1.	Types d'accidents électriques.	82
1.2.	Contacts directs :.....	85
1.2.1.	Contact direct avec deux conducteurs actifs d'une ligne.....	85
1.2.2.	Contact direct entre un conducteur de ligne active et la terre ou la masse.....	85
1.2.3.	Décharge par induction.	86
1.3.	Protection contre le contact direct :	86
1.3.1.	Éloignement entre les parties actives.	87
1.3.2.	Interposition d'obstacles.....	87
1.3.3.	Revêtement des parties actives.	87
1.4.	Contacts indirects :.....	88



1.4.1.	Mise à la terre des masses.	88
1.4.2.	Double isolation.	90
1.4.3.	Interrupteur différentiel.....	90
1.5.	Action en cas d'accident.....	91
1.6.	Normes de sécurité :	91
1.6.1.	Travaux sans tension.....	92
1.6.2.	Travaux sous tension.....	93
1.6.3.	Équipement de sécurité.	93

Montage des installations électriques dans les bâtiments

1. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 1 : Installations de liaison.

Le réseau électrique espagnol est constitué d'anneaux de tension fermés, reliés entre eux par des sous-stations et des postes de transformation. Grâce à eux, la tension est réduite par paliers jusqu'à atteindre la valeur de distribution basse tension de 230/400V. Mais comment l'électricité du réseau de distribution parvient-elle aux utilisateurs ? C'est la mission des installations de liaison.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de définir ce que l'on entend par installation de liaison. Selon la section 1.1 de l'ITC-BT-12, Installations de liaison, du REBT, ces installations sont appelées installations de liaison :

Celles qui relient le ou les boîtiers de protection générale, y compris le ou les boîtiers de protection générale, aux installations intérieures ou réceptrices de l'utilisateur.

En d'autres termes, les installations de liaison, comme leur nom l'indique, relient le réseau de distribution à l'installation intérieure de l'utilisateur. Dans le cadre du réseau de distribution, les raccordements de service doivent être inclus, comme indiqué dans l'ITC-BT-11, Réseaux de distribution d'énergie électrique - Raccordements, du REBT. En ce qui concerne l'installation intérieure des utilisateurs, on considère qu'elle se fait à partir des sorties des dispositifs généraux de commande et de protection des tableaux généraux de commande et de protection.

Par conséquent, comme indiqué dans la section 1.2 de l'ITC-BT-12 du REBT, les installations de liaison comprennent le boîtier de protection générale (BPG), la ligne d'alimentation générale (LAG), les éléments pour l'emplacement des compteurs (C), la dérivation individuelle (DI), le boîtier pour l'interrupteur de contrôle de puissance (BCP) et les dispositifs généraux de contrôle et de protection (DGCP).

Tous ces dispositifs et éléments, leurs caractéristiques et leurs particularités seront abordés tout au long de ce chapitre.

1.1. Caractéristiques et types d'éléments :

Cette section analysera les types et les caractéristiques des éléments qui composent une installation de liaison. Ces éléments sont décrits dans l'ordre dans lequel ils se trouvent dans l'installation, c'est-à-dire de l'endroit où se terminent les réseaux de distribution à celui où commencent les installations intérieures.

1.1.1. Tableau de distribution.

1.1.2. Éléments de contrôle et de protection.

Dispositifs généraux de contrôle et de protection

Les dispositifs généraux de contrôle et de protection sont destinés à protéger l'ensemble de l'installation intérieure contre les surcharges et les courts-circuits et à protéger les personnes et les animaux domestiques contre les contacts directs et indirects. Ces dispositifs doivent être au minimum :

Interrupteur général automatique (IGA)

Normalement, il s'agit d'un interrupteur dont la tâche est de protéger l'ensemble de l'installation intérieure contre les surcharges et les courts-circuits. Il doit avoir une coupure omnipolaire, c'est-à-dire qu'il doit agir sur tous les conducteurs de phase et de neutre. Il doit également pouvoir être actionné manuellement et avoir un pouvoir de coupure minimum de 4 500 A. Les intensités nominales des interrupteurs les plus courantes sont les suivants : 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 et 63 A.



Interrupteur différentiel général (ID)

Sa mission est de protéger contre les contacts directs et indirects dans toute partie de l'installation intérieure. Normalement, toute l'installation est protégée par un seul interrupteur différentiel, mais si un interrupteur différentiel est installé pour chaque circuit ou groupe de circuits, on peut se passer de l'interrupteur différentiel général, à condition que tous les circuits soient encore protégés. Si des interrupteurs différentiels sont installés en série, ils doivent être sélectifs entre eux. La sensibilité de l'interrupteur différentiel ne doit pas dépasser 30 mA. Des dispositifs différentiels de plus de 30 mA peuvent être installés, à condition qu'en amont de leur installation, ils soient protégés par un dispositif différentiel de 30 mA ou moins sensible. Les intensités nominales des interrupteurs différentiels les plus courants sont les suivantes : 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 et 63 A. Les sensibilités les plus courantes des interrupteurs différentiels sont : 10, 30, 300 et



500 mA.

Dispositifs de contrôle et de protection individuels

Les dispositifs de contrôle et de protection individuels sont destinés à protéger les circuits individuels de l'installation intérieure contre les surcharges et les courts-circuits. Cette protection est normalement réalisée au moyen d'interrupteurs omnipolaires, plus communément appelés PIA (petits interrupteurs automatiques). Leurs caractéristiques

générales sont identiques à celles des IGA, puisqu'il s'agit des mêmes appareils, des interrupteurs, utilisés à des fins différentes, la protection de toute l'installation ou d'un seul circuit.

1.1.3. Tuyaux et conduits

Les tuyaux et conduits utilisés dans les branchements, les conduites d'alimentation générale et les dérivations individuelles doivent répondre à une série de conditions.

Les différents tuyaux et conduits utilisés dans les branchements et les installations de liaison sont décrits ci-dessous.

Branchements

Les tuyaux en plastique ondulé sont normalement utilisés pour les branchements souterrains. Ceux-ci doivent être conformes aux dispositions de la norme UNE-EN 50.086 2-4 et doivent avoir les caractéristiques minimales indiquées dans le tableau 8 de l'ITC-BT-21, Tuyaux et conduits de protection. Un seul branchement par tuyau doit être installé.



Lignes d'alimentation générale et dérivations individuelles

Pour l'un ou l'autre des types de LAG ou DI, les tuyaux et les conduits ainsi que leur installation doivent être conformes aux dispositions suivantes :

Conducteurs isolés à l'intérieur de tuyaux encastrés

Dans les conduits encastrés, les tuyaux peuvent être rigides, pliables ou flexibles. Les caractéristiques minimales de ces tuyaux sont décrites dans l'ITC-BT-21, Tuyaux et conduits de protection, tableau 3, pour les tuyaux encastrés dans la maçonnerie, les puits de construction ou les canaux de protection, et le tableau 4, pour les tuyaux encastrés dans le béton.

Conducteurs isolés à l'intérieur de tuyaux enterrés

Dans les conduits enterrés, les caractéristiques minimales de ces tuyaux sont décrites dans le tableau 8 de l'ITC-BT-21, Tuyaux et conduits de protection. Ces tuyaux sont du même type que ceux utilisés pour les branchements souterrains et doivent respecter les mêmes normes.

En ce qui concerne les tranchées, il en va de même que pour les branchements enterrés sous les tuyaux.

Conducteurs isolés à l'intérieur de conduits montés en surface

Pour les conduits de surface, on utilisera normalement des tuyaux rigides. Les tubes de cintrage ne peuvent être utilisés que dans des cas particuliers. Leurs caractéristiques

minimales sont définies dans le document ITC-BT-21, Tuyaux et conduits de protection, tableau 1. Ces tuyaux doivent être fixés aux murs au moyen de colliers ou de supports appropriés.

Conducteurs isolés dans des conduits de protection dont le couvercle ne peut être ouvert qu'à l'aide d'un outil

Le conduit de protection est un type d'installation de surface constitué de profilés à paroi pleine ou perforée, qui abritent les conducteurs et sont fermés par un couvercle amovible. Ces conduits de protection doivent être conformes aux conditions établies dans le tableau 11 de l'ITC-BT-21, Tuyaux et conduits de protection. Comme son nom l'indique, le couvercle ne peut être ouvert qu'à l'aide d'un outil.

Conduits électriques préfabriqués

L'utilisation de conduits préfabriqués n'est pas très répandue, bien qu'elle réduise énormément les temps de travail. Les systèmes de conduits préfabriqués sont un type de système de conduit en surface. Ceux-ci doivent être conformes aux dispositions de la norme UNE-EN 60.439-2.

Conducteurs isolés dans des conduits fermés en maçonnerie, conçus et construits à cet effet

Dans ce type d'installation, un conduit fermé, accessible et scellable doit être construit en maçonnerie. Les conducteurs seront installés à l'intérieur de ce conduit et plus précisément au fond du conduit, comme s'il s'agissait d'une installation en surface, fixés à la paroi inférieure du conduit au moyen d'agrafes ou de tout autre système de fixation.

1.1.4. Boîte de jonction et dérivation

Comme indiqué au point 1 de l'ITC-BT-14, une même ligne d'alimentation générale peut être ramifiée vers différentes centralisations de compteurs. Ces dérivations sont réalisées dans des boîtes de jonction et de dérivation (BJD). Ces boîtes doivent être accessibles par la face avant et le couvercle doit rester en position ouverte fixé à la boîte. Elles doivent être munies d'une fermeture à tête triangulaire scellable

En termes de caractéristiques électriques, les BJD auront une tension nominale de 500 V et un indice de protection IP43 et IK 09. Elles seront équipées de trois barres omnibus en cuivre pour les phases et d'une barre omnibus en cuivre pour le neutre. Cette dernière peut être approximativement de la moitié de la section transversale de la phase, et sera toujours située à gauche des phases et peut être déconnectée.

Dans ces boîtes, la LAG entre et sort par le bas de la boîte. De la partie supérieure, sortiront les dérivations vers les centralisations de compteurs.



1.1.5. Conducteurs électriques.

Des câbles et conducteurs appropriés doivent être utilisés tant pour les branchements que pour les installations de liaison, et ils doivent être différents dans chaque cas. Les différents câbles utilisés dans les branchements et les installations de liaison sont décrits ci-dessous.

Connexion aérienne

Ces câbles doivent répondre aux mêmes conditions que ceux utilisés dans la distribution aérienne. Il s'agira normalement de câbles de type RZ, des conducteurs isolés à une seule âme regroupés dans un faisceau en spirale visible. Ils doivent avoir une tension nominale de 0,6/1 kV et une section minimale de 16 mm² pour les conducteurs en aluminium et de 10 mm² pour les conducteurs en cuivre. Pour le conducteur neutre, les cas suivants peuvent se produire :



- Conducteur neutre en cuivre ou en aluminium :
 - Pour les connexions à deux ou trois conducteurs, la section du conducteur neutre doit être la même que celle des conducteurs de phase.
 - Pour les connexions à quatre conducteurs, la section minimale du conducteur neutre doit être conforme aux spécifications du tableau suivant :

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	180

- Câbles avec neutre Almelec : dans le cas de neutres Almelec, la section doit être équivalente à celle indiquée ci-dessus, compte tenu de la conductivité de l'Almelec.

Branchements souterrains

Pour les branchements souterrains, le câble à utiliser est du même type que pour les réseaux de distribution souterrains, câble isolé unipolaire, tension nominale non inférieure à 0,6/1 kV, aluminium ou cuivre (câble de type RV). La section minimale des conducteurs de phase doit être de 6 mm² pour le cuivre et de 16 mm² pour l'aluminium. Quant au conducteur neutre, sa section minimale doit répondre aux mêmes critères que dans le cas d'un branchement aérien.

Lignes d'alimentation générale

Les lignes d'alimentation générale sont normalement composées de :

- 3 câbles de phase.
- 1 câble neutre.
- 1 conducteur de protection.

Ces câbles sont en cuivre ou en aluminium, unipolaires et isolés, de tension nominale 0,6/1 kV. Les câbles, ainsi que les tuyaux, doivent avoir le statut de non propagateur de feu, de faible émission de fumée et de faible opacité. Il ne doit pas y avoir d'épissures, sauf dans le cas de dérivations vers des stations de comptage centralisées. Ces dérivations doivent être situées dans des boîtes de jonction appropriées.

La section minimale du câble doit être de 10 mm² pour le cuivre et de 16 mm² pour l'aluminium. La section du câble neutre peut être réduite de moitié environ.

Dans la pratique, les câbles les plus couramment utilisés pour les LAG sont les câbles dits RZ1-K (AS). Ces acronymes indiquent ce qui suit :

- R : isolation en polyéthylène réticulé
- Z1 : boîtier composite thermoplastique à base de polyoléfine à faible émission de fumée et de gaz corrosifs.
- K : conducteur en cuivre flexible classe 5.
- (AS) : câble de haute sécurité.

Le câble en aluminium est également utilisé, auquel cas il est désigné RZ1-Al (AS).

La désignation complète de ces câbles comprend la tension nominale, le nombre de conducteurs et la section transversale.

Références individuelles

En ce qui concerne les conducteurs qui composent cette ligne de liaison, le nombre de conducteurs de phase est de 1 pour les installations monophasées et de 3 pour les installations triphasées, en plus du conducteur neutre. Le conducteur de protection et le fil de contrôle doivent également être inclus dans la goulotte.

Ces câbles doivent être en cuivre ou en aluminium. Les câbles, ainsi que les tuyaux, doivent avoir le statut de non propagateur de feu, de faible émission de fumée et de faible opacité. Ils doivent être exempts d'épissures et de connexions, à l'exception de celles réalisées à l'emplacement des compteurs et des dispositifs de protection.

Dans le cas de l'utilisation de conducteurs unipolaires, qui sont utilisés dans la majorité des cas, ceux-ci seront de tension nominale 450/750 V.

En cas d'utilisation de câbles multiconducteurs ou d'installations à l'intérieur de tuyaux enterrés, les conducteurs doivent avoir une tension nominale de 0,6/1 kV.

Dans les deux cas, la section minimale doit être de 6 mm² pour les conducteurs de phase, de neutre et de protection et de 1,5 mm² pour le fil de contrôle. Le code couleur décrit dans les sections précédentes doit également être respecté.

En pratique, les câbles utilisés dans le cas de conducteurs unipolaires sont les câbles dits H07Z1-K (AS). Ces acronymes indiquent ce qui suit :

- H : câble conforme aux normes harmonisées.
- 07 : tension nominale 450/750 V.
- Z1 : boîtier composite thermoplastique à base de polyoléfine à faible émission de fumée et de gaz corrosifs.
- K : conducteur en cuivre flexible classe 5.
- (AS) : câble de haute sécurité.

La désignation complète de ces câbles comprend la tension nominale, le nombre de conducteurs et la section transversale.

Si des câbles multiconducteurs sont utilisés, ils doivent être du même type que ceux utilisés pour les lignes d'alimentation générale, et le nombre de conducteurs qui les composent doit être indiqué.

Dans la plupart des cas, on utilise des câbles unipolaires, car en cas de remplacement, seul le ou les câbles endommagés seront remplacés. Les câbles multiconducteurs présentent de plus grands avantages d'installation, car ils incluent tous les conducteurs dans un seul câble.

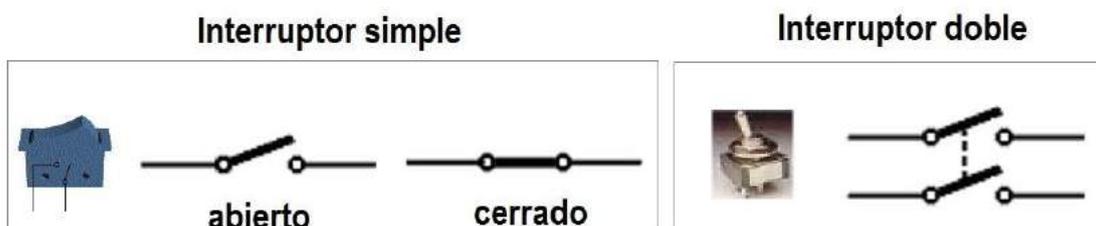
1.1.6. Éléments de manœuvre et de connexion.

Les éléments de contrôle ou de manœuvre sont des dispositifs qui nous permettent d'ouvrir ou de fermer le circuit lorsque nous en avons besoin. Voici quelques exemples :

Interrupteurs.

Un interrupteur (simple) ouvre ou ferme un circuit et reste dans la même position jusqu'à ce qu'il soit à nouveau actionné.

Un interrupteur double ou bipolaire est un interrupteur qui ouvre et ferme deux circuits en même temps.



Boutons poussoirs.

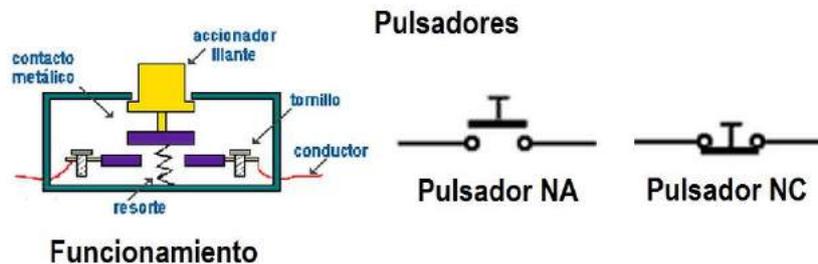
Un bouton-poussoir permet d'ouvrir ou de fermer le circuit uniquement pendant que l'on agit sur lui. Lorsque nous cessons d'appuyer, il revient à sa position initiale.

Bouton-poussoir normalement ouvert (NO) :

À l'état de repos, le circuit est ouvert et se ferme lorsqu'on appuie dessus.

Bouton-poussoir normalement fermé (NC) :

À l'état de repos, le circuit reste fermé et s'ouvre lorsqu'on appuie dessus.



Commutateurs.

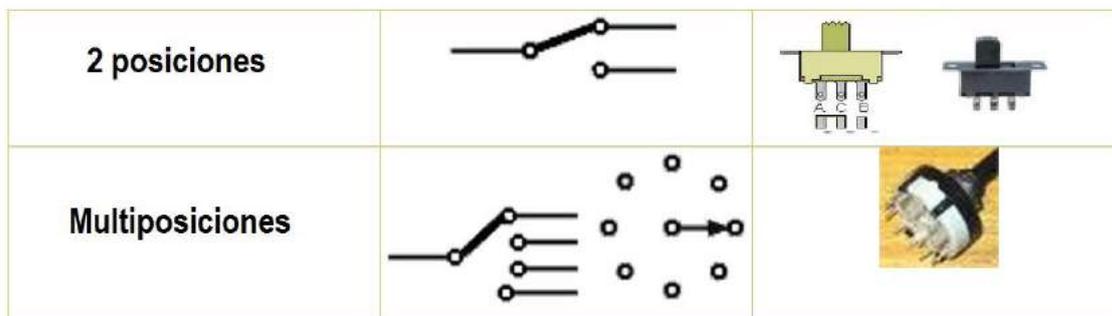
Commutateur 1 circuit, plusieurs positions :

Un commutateur est un élément qui établit une association entre une entrée et une ou plusieurs sorties. Cette connexion dure longtemps, jusqu'à ce que l'interrupteur soit à nouveau actionné. Le commutateur à deux positions possède 3 broches. La connexion du milieu est la connexion commune, et les broches A et B sont les sorties possibles.

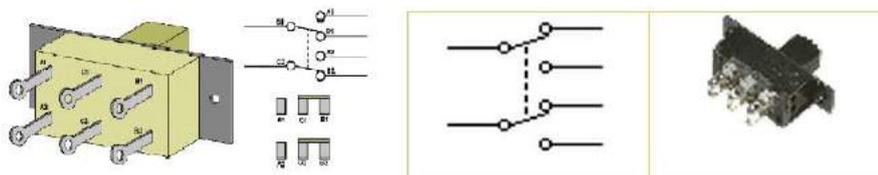
Commutateur double ou bipolaire :

L'élément que vous pouvez voir sur la figure est un commutateur à deux circuits et deux positions (6 contacts). Il se compose de deux commutateurs à deux positions qui sont activés en même temps.

Conmutador unipolar



Conmutador bipolar



1.2. Emplacement et montage d'installations de liaison :

Jusqu'à présent, les types et les caractéristiques des éléments qui composent les branchements et l'installation de liaison ont été analysés. Ces éléments doivent répondre à un certain nombre de conditions, tant pour le montage en question que pour l'endroit où ils doivent être placés dans le bâtiment ou l'installation. Les conditions de montage de chaque élément sont présentées ci-dessous.

1.2.1. Boîtiers de protection générale.

Les boîtiers de protection générale sont installés de préférence sur les façades extérieures des bâtiments, dans des endroits accessibles librement et en permanence. Si les façades des bâtiments ne bordent pas la voie publique, le BPG doit être installé sur la limite entre les propriétés publiques et privées. Son emplacement exact fera l'objet d'un accord mutuel entre la propriété et l'entreprise fournisseuse. Conformément à la section précédente, ils doivent être situés le plus près possible des réseaux de distribution, afin que les connexions soient aussi courtes que possible.



En cas de raccordement aérien, le BPG peut être installé en montage apparent, à une hauteur comprise entre 3 et 4 m du sol.

En cas de raccordement souterrain, le BPG doit être installé à l'intérieur d'une niche murale. Les niches doivent être munies d'une porte, de préférence métallique, avec une protection IK10, protégée contre la corrosion et équipée d'une serrure ou d'un cadenas normalisé par l'entreprise fournisseuse. Le bord inférieur de la porte doit se trouver à au moins 30 cm du sol. La niche doit être pourvue des trous nécessaires pour accueillir les tuyaux d'entrée des branchements. Normalement, deux conduits seront installés pour chaque BPG. Un maximum de deux BPG doit être installé dans chaque niche.

Pour les boîtiers de protection et de comptage, les mesures indiquées pour les BPG sont applicables. Les dispositifs de lecture de l'équipement de comptage sont installés à une hauteur comprise entre 0,7 et 1,80 m au-dessus du sol.

1.2.2. Compteurs et centralisation.

Comme décrit ci-dessus, il existe deux possibilités d'installation des compteurs sous forme concentrée : dans les locaux ou dans les armoires. Selon le choix de l'un ou l'autre, un certain nombre de conditions d'emplacement et de montage doivent être remplies.



Dans les locaux

Les conditions sont les suivantes :

- Il doit être situé au rez-de-chaussée, à l'entresol ou au premier sous-sol, sauf en cas de concentration par étage, le plus près possible de l'entrée du bâtiment et des conduits des dérivations individuelles. Il doit être facilement et librement accessible.
- Ils ne doivent jamais servir de passage ou de moyen d'accès à d'autres locaux.
- Les locaux doivent avoir les dimensions minimales suivantes :
 - Hauteur : 2,30 m.
 - Largeur des murs occupés en mètres : 1,50 m.
 - Du mur des compteurs au premier obstacle devant vous : 1,10 m.
 - Des côtés des compteurs aux murs adjacents : 20 cm.
- La porte doit s'ouvrir vers l'extérieur, de dimensions minimales 0,70 x 2 m, avec une résistance au feu égale à celle du local.

Dans une armoire

Les considérations suivantes doivent être prises en compte :

- Quant au local, il est situé au rez-de-chaussée, à l'entresol ou au premier sous-sol, sauf pour les concentrations par étage, le plus près possible de l'entrée de l'immeuble et des conduits des différentes dérivations.
- Il ne doit pas comporter de supports intermédiaires qui rendent difficile l'installation ou la lecture de l'équipement de mesure.
- Il doit y avoir un minimum de 1,5 m entre l'armoire et le mur opposé.

Dans les deux cas, les réseaux de compteurs doivent être installés à une hauteur minimale de 0,25 m du sol au bas du réseau. Pour la lecture, il est tenu compte du fait que le quadrant de lecture du dispositif de mesure le plus élevé ne doit pas se trouver à plus de 1,80 m du sol.



1.2.3. Dispositifs de contrôle et de protection. ITC-BT-16, ITC-BT-17.

Les dispositifs généraux et individuels de contrôle et de protection doivent être installés en position verticale de service à l'intérieur d'un ou de plusieurs tableaux de distribution à partir desquels les circuits internes sont alimentés. L'ICP-M doit être installé en amont des dispositifs généraux de contrôle et de protection. Il peut être installé soit dans un boîtier séparé (boîtier pour l'interrupteur de contrôle de puissance), soit dans un compartiment séparé à l'intérieur du panneau de contrôle et de protection lui-même. Dans tous les cas, le boîtier pour l'M-ICP doit être scellable.

Le tableau de contrôle et de protection peut contenir, en plus des appareils énumérés ci-dessus, des dispositifs de contrôle et de protection :

- Dispositifs de protection contre les surtensions, si nécessaire.

- Des mécanismes de contrôle du feu, si nécessaire, pour lesquels un espace suffisant doit être prévu.

Les boîtiers des tableaux doivent avoir un indice de protection minimal IP 30 et IK 07.

De manière générale, voici le schéma fonctionnel du tableau général de contrôle et de protection d'un logement avec un niveau d'électrification de base.

En général, les dispositifs de contrôle et de protection des installations intérieures doivent être situés aussi près que possible du point d'entrée des locaux ou du logement de la dérivation individuelle. Comme indiqué ci-dessus, dans les logements et dans les installations où cela est approprié, un ICP sera installé. Il doit être installé juste en amont des dispositifs généraux de contrôle et de protection et peut être installé dans un boîtier, soit séparément, soit dans le même panneau de contrôle et de protection.

Dans les logements, le tableau général de contrôle et de protection doit toujours être installé à côté de la porte d'entrée et jamais dans les chambres, les salles de bains, les toilettes, etc. Dans les locaux commerciaux ou industriels, ces tableaux doivent être situés aussi près que possible d'une porte d'entrée de ces locaux.

Les dispositifs de contrôle et de protection individuels peuvent être installés soit dans le même tableau général de contrôle et de protection, soit dans un tableau séparé et dans d'autres emplacements.

Dans les locaux à usage commun ou ouverts au public, des dispositions doivent être prises pour que les panneaux de contrôle et de protection ne soient pas accessibles au grand public.

Les tableaux de contrôle et de protection, généraux ou individuels, doivent être installés à une hauteur comprise entre 1,40 et 2 m du sol dans les logements. Dans les locaux commerciaux, cette hauteur peut être réduite à 1 m.

2. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 2 : Représentation et symbologie des installations de liaison électriques.

Toute installation électrique est constituée d'une série de composants reliés électriquement par des conducteurs. Bien qu'une telle installation occupe un espace tridimensionnel, les installations électriques sont généralement représentées sous forme bidimensionnelle, c'est-à-dire par des dessins et des schémas de câblage. En effet, les connexions entre les composants électriques sont plus importantes dans la représentation des installations électriques que leur emplacement dans l'espace.

Afin d'atteindre un certain degré d'uniformité dans la représentation des installations électriques, un certain nombre de conventions sont appliquées, ce qui donne lieu à différents schémas électriques. De même, les composants électriques sont représentés de manière symbolique, en utilisant des normes standardisées pour représenter les différents symboles dans les différents schémas.

2.1. Symbologie standardisée pour les installations de liaison électriques.

Les différents composants de toute installation électrique sont représentés par des symboles. Afin de garantir que les diagrammes électriques communiquent des informations sans ambiguïté, un certain nombre de règles de représentation doivent être appliquées. Plus précisément, pour les symboles électriques, on utilise la norme UNE-EN 60617, Symboles graphiques pour les schémas, ou son équivalent international, la norme CEI 60617. Cette norme contient une série de symboles utilisés pour représenter de nombreux types d'installations, pas seulement électriques.

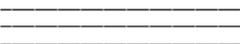
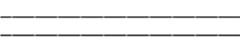
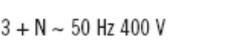
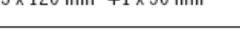
Cette section comprend les symboles qui concernent les installations de liaison électriques. Tout d'abord, il est nécessaire de définir les types de schémas de câblage existants. Selon le niveau de détail requis, les schémas de câblage peuvent être :

- Unifilaires.
- Multifilaires.

Un schéma multifilaire est un schéma dans lequel chaque conducteur est représenté par une ligne distincte, alors que dans les schémas unifilaires, les conducteurs faisant partie d'une même ligne sont regroupés sur une seule ligne. En termes de symbologie, il existe également différents symboles selon qu'il s'agit de fils simples ou de fils multiples.

Conducteurs et conduits

Le tableau suivant présente les symboles multifilaires utilisés pour représenter les lignes électriques.

Símbolo	Descripción
$1 + N \sim 50 \text{ Hz } 230 \text{ V}$  $2 \times 120 \text{ mm}^2$	Línea de corriente alterna monofásica, 50 Hz, 230 V, compuesta por dos conductores, fase y neutro, ambos de 120 mm^2 .
$1 + N + PE \sim 50 \text{ Hz } 230 \text{ V}$  $3 \times 6 \text{ mm}^2$	Línea de corriente alterna monofásica, 50 Hz, 230 V, compuesta por dos conductores, fase y neutro, más conductor de protección (PE, línea a trazos), los tres de 6 mm^2 .
$3 + N \sim 50 \text{ Hz } 400 \text{ V}$  $3 \times 120 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$	Línea de corriente alterna trifásica, 50 Hz, 400 V entre fases, compuesta por tres conductores de fase de 120 mm^2 y un conductor de neutro de 50 mm^2 .
$3 + N + PE \sim 50 \text{ Hz } 400 \text{ V}$  $3 \times 50 \text{ mm}^2 + 1 \times 25 \text{ mm}^2$ $(N) + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ (PE)}$	Línea de corriente alterna trifásica, 50 Hz, 400 V entre fases, compuesta por tres conductores de fase de 50 mm^2 , un conductor de neutro de 25 mm^2 y un conductor de protección de 50 mm^2 .

Sur ces symboles, des informations supplémentaires peuvent être ajoutées, par exemple les caractéristiques des conduits, leur diamètre, etc.

Le tableau suivant présente les symboles unifilaires utilisés pour les lignes et les conduits.

Símbolo	Descripción
	Línea monofásica (1+N)
	Línea trifásica cuatro hilos (3+N)
	Línea monofásica con conductor de protección (1+N+PE)
	Línea trifásica cuatro hilos con conductor de protección (3+N+PE)
	Conductor de protección (PE)

Dans tous les cas, il sera nécessaire d'identifier les caractéristiques et le nombre de conducteurs. À cette fin, une légende doit être placée en haut ou à droite du symbole, indiquant le nombre de conducteurs, leur section et leur nature. Le nombre de conducteurs de phase est indiqué par un chiffre suivi du symbole « x », puis de la section des conducteurs. Si nécessaire, précisez s'il s'agit de conducteurs en cuivre ou en aluminium en ajoutant Cu ou Al respectivement. S'il existe d'autres conducteurs, tels que le neutre ou la protection, ils doivent être ajoutés ci-dessous, en insérant le signe « + » dans chaque conducteur.

Des informations supplémentaires peuvent également être ajoutées, par exemple les caractéristiques des conduits, le diamètre des tuyaux, etc.

Éléments des installations de liaison

Vous trouverez ci-dessous la symbologie unifilaire et multifilaire des différents éléments qui composent les installations de liaison, en décrivant dans chaque cas les informations complémentaires nécessaires dans chaque symbole.

Elemento	Símbolo unifilar	Símbolo multifilar
Caja de acometida		Se representa como conexiones eléctricas entre cada conductor
Caja general de protección		Según esquema eléctrico utilizado
Arqueta de conexión a tierra		
Módulo interruptor general de maniobra		
Conexión eléctrica		
Fusible		
Módulo de contador monofásico		
Módulo de contador trifásico		

Elemento	Símbolo unifilar	Símbolo multifilar
Interruptor diferencial tetrapolar		
Cuadro de mando y protección		Se representará cada uno de los elementos de que conste el cuadro
Interruptor automático magnetotérmico bipolar 2P		
Interruptor automático magnetotérmico tripolar 3P		
Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar 3P+N		
Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar 3P+N		
Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar 4P		
Interruptor diferencial bipolar		

Dans tous les cas et en particulier pour les symboles unifilaires, des informations complémentaires telles que l'identification, le nombre de pôles, l'intensité nominale, la sensibilité (différentielle), etc. doivent être indiquées à droite du symbole.

2.2. Dessins et schémas électriques normalisés.

Pour représenter un circuit électrique, il existe plusieurs types de schémas, tous complémentaires. En fonction du public cible, un type ou un autre de schéma sera utilisé.

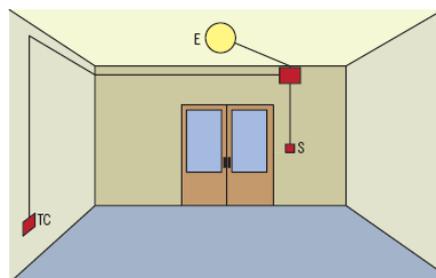
En général, les schémas de câblage sont divisés en deux groupes principaux :

- Les schémas explicatifs sont très utiles dans les phases de conception et sont donc destinés aux ingénieurs et aux planificateurs.
- Les schémas de câblage, quant à eux, sont davantage utilisés pour résoudre les problèmes de mise en œuvre des installations et sont donc principalement destinés aux ingénieurs électriciens.

Dans les deux types, si tous les conducteurs sont représentés, on parle de schémas multifilaires. Toutefois, dans certains cas, il est conseillé de simplifier les schémas en représentant les conducteurs d'une même ligne par une seule ligne. C'est le cas des schémas unifilaires, où les connexions entre les différents éléments sont plus importantes que le nombre de conducteurs requis pour ces connexions.

Dans ce qui suit, les types de schémas de câblage existants seront présentés en détail, tous basés sur l'exemple montré dans l'image suivante.

Installation d'un seul point d'éclairage et d'une prise de courant



Cet exemple montre l'installation d'un point lumineux E, commandé par un interrupteur S et une prise TC.

Schéma explicatif fonctionnel

Dans les schémas explicatifs fonctionnels, le circuit est destiné à être défini de manière très générale. Ce type de schéma est très utile dans la phase de conception.

Dans ceux-ci, les différents éléments qui composent le circuit sont représentés par des blocs interdépendants. L'image suivante montre le schéma explicatif fonctionnel de l'exemple suivi.

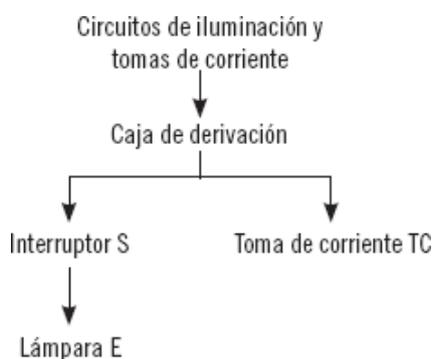
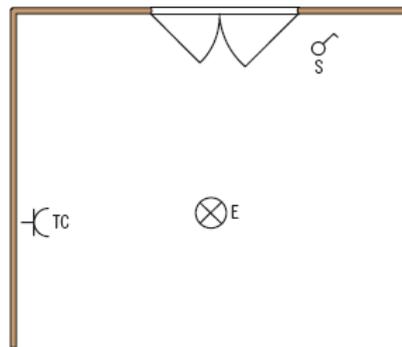


Schéma explicatif de l'emplacement

Dans les schémas explicatifs de l'emplacement, la position exacte en plan des éléments les plus importants de l'installation est définie. Des symboles unifilaires standardisés sont utilisés à

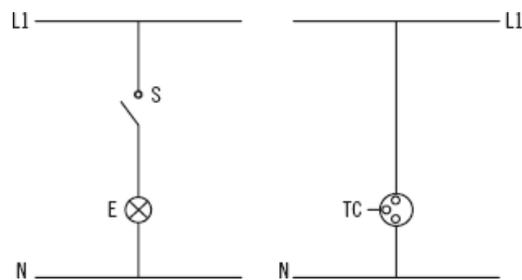


cette fin.

Schéma explicatif de circuits

Les schémas explicatifs des circuits sont les plus importants pour la phase de conception, car ils montrent comment les différents éléments de l'installation sont connectés. Ces types de schémas se caractérisent par leur caractère très didactique et clair.

Les composants électriques sont représentés entre des conducteurs horizontaux. Chaque circuit électrique occupe une colonne entre ces conducteurs horizontaux. Les symboles multifilaires sont utilisés pour représenter les composants électriques.



Dans l'exemple, le point lumineux et la prise sont représentés séparément, car ils appartiennent à des circuits différents, alimentés par des lignes différentes.

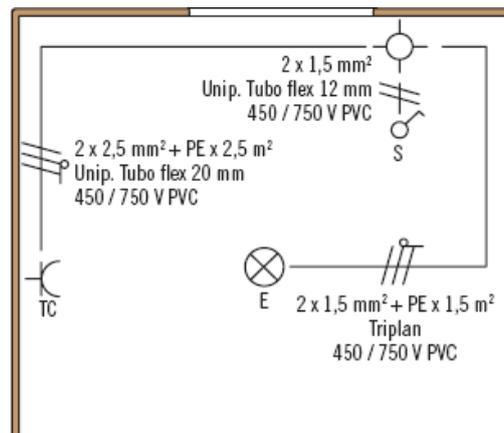
Schémas de câblage

Comme mentionné ci-dessus, le but des schémas de câblage est de résoudre les problèmes de mise en œuvre de l'installation. Contrairement aux schémas explicatifs, ils ne se veulent pas

didactiques, car il est difficile d'interpréter le fonctionnement de l'installation à partir des schémas électriques. En revanche, ils ont l'avantage d'être très clairs sur l'exécution physique des installations qu'ils représentent.

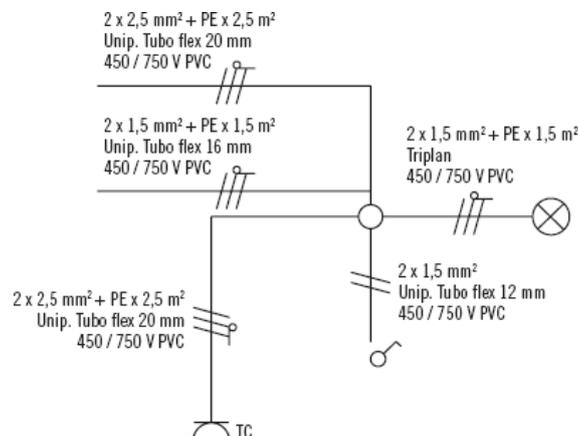
Dans les schémas de câblage, on trouve les deux formes de représentation familières : unifilaire et multifilaire.

Les schémas de câblage unifilaires sont souvent présentés avec les schémas explicatifs de l'emplacement, donnant ainsi des informations sur la longueur des circuits. Des informations

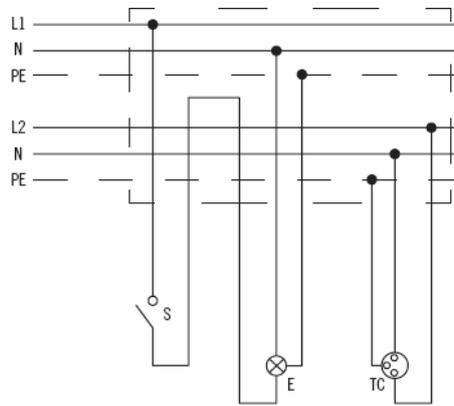


supplémentaires, telles que le nombre et la section des conducteurs, le type de conduit, etc., doivent être détaillées.

Les schémas unifilaires sont aussi largement utilisés séparément, en ignorant l'emplacement, notamment pour représenter l'installation électrique complète d'un bâtiment, d'une exploitation agricole ou de tout autre type (sous-stations, distribution, etc.).



Comme mentionné ci-dessus, si tous les conducteurs sont représentés, on obtient le schéma multifilaire. Ces schémas sont complexes et difficiles à interpréter, mais très utiles pour le technicien de montage.

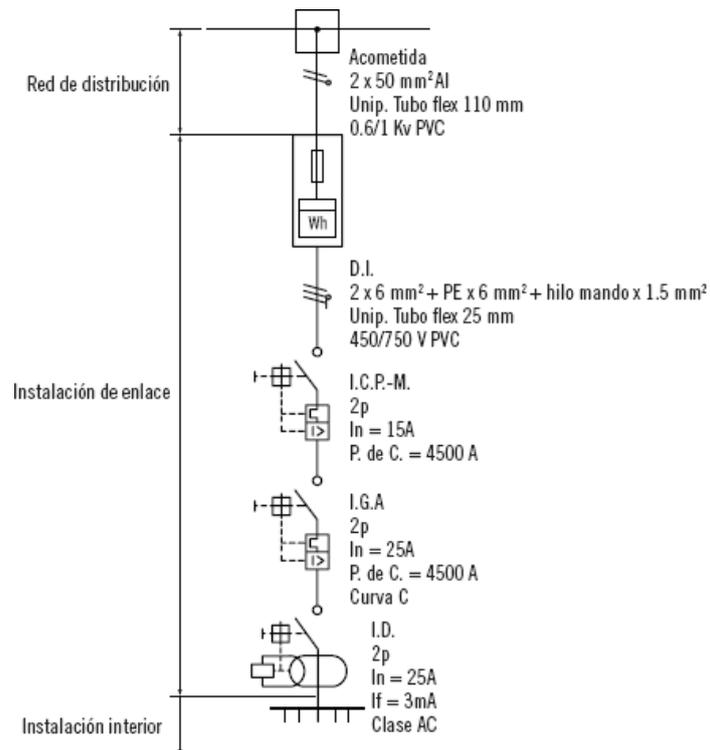


2.3. Interprétation des schémas électriques des installations de liaison :

Tous les éléments qui composent les installations de liaison, leurs types et caractéristiques, ainsi que leur emplacement dans les bâtiments ou les domaines, ont déjà été expliqués. Dans cette section, on expliquera comment ces éléments sont connectés les uns aux autres, en fonction du nombre d'utilisateurs auxquels l'installation de liaison est destinée.

2.3.1. Pour un seul utilisateur.

L'image suivante montre le schéma unifilaire d'une installation de liaison pour un seul utilisateur.



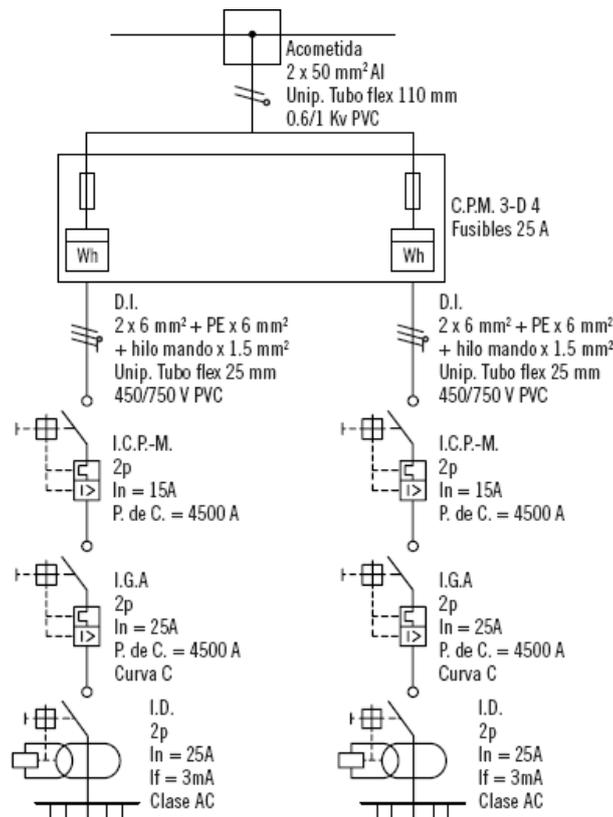
Normalement, dans les schémas unifilaires d'installations électriques, le début de l'installation est représenté en haut ou à gauche, se déplaçant vers le bas ou vers la droite au fur et à mesure que l'installation progresse, d'où les termes amont et aval de l'installation.

2.3.2. Pour plus d'un utilisateur.

Le schéma ci-dessus n'est valable que pour l'installation de liaison d'un seul utilisateur. Dans le cas de plus d'un utilisateur, trois types de régimes sont disponibles :

Pour deux utilisateurs

Dans le cas d'une installation de liaison à deux utilisateurs, on peut soit choisir deux installations distinctes, comme pour un seul utilisateur, soit utiliser le schéma suivant pour simplifier l'installation sur un seul branchement (au lieu de deux).



Il est à noter que les compteurs et leurs fusibles doivent être logés dans le même boîtier. C'est pourquoi, dans ces cas, on choisit des boîtiers de protection et de comptage d'une capacité de deux compteurs (par exemple BPC. 3-D 4). Depuis la sortie aval du BPC, l'installation est identique à celle d'un seul utilisateur, mais dupliquée.

Pour les utilisateurs multiples

Dans le cas d'installations de liaisons multi-utilisateurs, l'utilisation de concentrations de compteurs est nécessaire. Cependant, il existe deux possibilités quant à la localisation de ces concentrations :

Emplacement dans un seul endroit

Dans cette option, tous les compteurs seront situés dans un même espace ou centralisation des compteurs, soit dans une armoire, soit dans les locaux.

Placement dans divers endroits

Dans une deuxième option, les compteurs peuvent être situés dans différentes centralisations, situées dans plusieurs espaces différents du bâtiment, soit dans des armoires, soit dans des locaux.

2.4. Règles et règlements. ITC-BT-12.

Les schémas présentés ci-dessus pour les installations de liaison sont prévus par le Règlement Électrotechnique de Basse Tension (REBT) et, en particulier, par son instruction technique ITC-BT-12, Schémas des installations de liaison. Ces réglementations doivent être respectées sur l'ensemble du territoire national, bien que les réglementations particulières des entreprises fournisseuses doivent être prises en compte dans chaque cas.

Réglementation électrotechnique basse tension. ITC-BT-12

Dans l'ITC-BT-12 du REBT, les installations de liaison sont définies comme suit : « celles qui relient l'enceinte ou les enceintes de protection générale, y compris les enceintes de protection générale, aux installations intérieures ou réceptrices de l'utilisateur ».

En outre, il est précisé qu'elle doit commencer à l'extrémité du branchement et se terminer au niveau des dispositifs généraux de contrôle et de protection (IGA et ID). En ce qui concerne leur emplacement, les installations de liaison sont toujours situées et traversent des lieux d'usage commun et restent la propriété de l'usager, qui est responsable de leur conservation et de leur entretien.

De même, cette instruction technique comprend les différents schémas pour les installations de liaison, coïncidant avec ceux exposés ci-dessus, ainsi que des recommandations sur leur application.

Pour un seul utilisateur

Comme mentionné ci-dessus, dans le cas d'un utilisateur unique, il est possible de simplifier l'installation de liaison car le BPG et l'équipement de comptage coïncident au même endroit et, par conséquent, il n'y a pas de LAG. Par conséquent, le fusible de sécurité de l'instrument de mesure est le même que celui du BPG. Comme on le sait, le BPG plus l'équipement de comptage est appelé boîtier de protection et de comptage (BPC).

Pour plus d'un utilisateur

En fonction de l'emplacement et du montage des compteurs, les installations de liaison pour plus d'un utilisateur doivent être conformes aux schémas suivants :

Placement des compteurs pour deux utilisateurs alimentés par le même endroit

Dans le cas de deux utilisateurs, ceux-ci peuvent être alimentés à partir du même point du réseau de distribution, et il en va de même pour le boîtier de protection et de comptage.

Ce pourrait être le cas, par exemple, dans les maisons jumelées de deux par deux.

Placement centralisé des compteurs en un seul endroit

Selon l'ITC-BT-12, ce schéma est normalement utilisé dans les complexes de bâtiments verticaux ou horizontaux, principalement destinés au logement, aux bâtiments commerciaux, aux bureaux ou à une concentration d'industries.

Comptage centralisé à plus d'un endroit

Ce schéma est également utilisé dans les immeubles résidentiels, les immeubles commerciaux, les immeubles de bureaux ou les concentrations industrielles, lorsqu'il est approprié de centraliser les compteurs en plusieurs endroits ou sur plusieurs étages. Une autre application possible est celle des bâtiments commerciaux ou industriels, avec plusieurs centralisations au même étage, dans le cas de bâtiments à grande surface ou à forte prévision de charge. Il peut également s'appliquer à des groupements de logements en distribution horizontale dans une enceinte privée, c'est-à-dire à des lotissements privés.

Réglementation particulière des entreprises fournisseuses

Lors de la conception et de la mise en place des installations de liaison, il faut tenir compte des dispositions des entreprises fournisseuses. Chaque entreprise a généralement un ensemble de règles particulières qui, bien que n'étant pas en contradiction avec le REBT, restreignent et précisent les dispositions de ce dernier.

Il est évident et logique que les entreprises imposent un certain nombre de conditions aux branchements, car ceux-ci font partie des réseaux de distribution qui leur appartiennent. Dans le reste de l'installation de liaison, à l'exception des dispositifs généraux de contrôle et de protection, bien qu'ils restent la propriété de l'utilisateur, des conditions et des spécifications sont aussi généralement établies afin de pouvoir fournir un service aux utilisateurs.

Pour les branchements, qu'ils soient aériens ou souterrains, des spécifications sont normalement établies pour leur installation, le diamètre des tuyaux et les conducteurs à installer.

Pour les CGP, les entreprises sélectionnent généralement plusieurs schémas de câblage parmi ceux existants, ainsi que les calibres des fusibles. Il en va de même pour les boîtes de protection et de mesure, qui sont limitées à quelques types.

Dans le cas des lignes d'alimentation générale, les câbles et les tuyaux ne sont normalement pas limités. L'installation et le montage sont généralement spécifiés.

Pour les dérivations individuelles, les entreprises précisent généralement les types et les conditions de montage, c'est-à-dire les types de tuyaux à utiliser, la fixation et l'installation de ceux-ci, etc. Pour les conducteurs, elles précisent généralement le type d'alimentation (monophasé ou triphasé), le matériau (cuivre ou aluminium) ou la section minimale.

En ce qui concerne les systèmes de comptage centralisé, les entreprises fixent normalement des conditions concernant les dimensions et les caractéristiques des locaux et des armoires. Pour les concentrations de compteurs, ils précisent généralement les types et les caractéristiques des unités fonctionnelles qui les composent.

Enfin, le type, le nombre de pôles, le montage, etc., et même les dispositifs minimaux à incorporer dans le panneau de commande et de protection sont également généralement spécifiés.

3. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 3 : Mesure dans les installations électriques.

Dans les installations électriques, il est nécessaire d'effectuer une série de contrôles sur certains paramètres ou grandeurs du circuit électrique. Ces valeurs indiquent le bon fonctionnement de l'installation ou d'éventuels défauts et dysfonctionnements.

En outre, en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques, d'autres paramètres importants pour la protection des personnes et des animaux domestiques doivent être déterminés.

L'électrométrie est donc une branche très importante de l'électricité, définie comme la partie de la physique qui traite de la mesure des grandeurs électriques.

3.1. Grandeurs électriques.

Il existe un certain nombre de grandeurs électriques que tout bon technicien doit connaître :

- La tension.
- L'intensité.
- La résistance.
- La puissance.
- L'énergie.

Mais avant de définir chacune d'entre elles, qu'est-ce que l'électricité ? Il existe de nombreuses définitions de l'électricité. De tous, le plus représentatif est peut-être celui qui affirme que l'électricité « est un phénomène physique, causé par des charges électriques, et l'énergie qu'elles transportent peut se manifester sous la forme de phénomènes mécaniques, thermiques, lumineux ou physiques ».

L'électricité trouve donc son origine dans les charges électriques. Il est communément admis que les atomes sont constitués de particules chargées négativement, les électrons, et de particules chargées positivement, les protons, entre autres. L'état naturel de la matière est neutre, c'est-à-dire que la charge négative de ses atomes est égale à la charge positive (le nombre d'électrons est égal au nombre de protons). Si le nombre d'électrons d'un corps donné augmente, il acquiert une charge électrique négative, et inversement, si le nombre d'électrons diminue, il acquiert une charge électrique positive. C'est le principe de base de l'électricité.

Tension ou voltage

On dit d'un point ayant une charge électrique négative qu'il a un potentiel négatif et inversement, on dit d'un point ayant une charge électrique positive qu'il a un potentiel positif. Entre ces deux points, on dit qu'il existe une différence de potentiel, techniquement connue

sous le nom de tension. Ce concept de tension est responsable de la matérialisation des phénomènes mentionnés dans la définition de l'électricité. La tension est représentée par la lettre U ou V et son unité de mesure est le volt (V), également utilisé en électricité est le

$$U = 1.000 \text{ V} = 1 \text{ Kv}$$

kilovolt (kV), égal à mille volts.

Intensité du courant électrique

Si vous imaginez deux points entre lesquels il existe une différence de potentiel, c'est-à-dire une tension, cela signifie qu'il y a plus d'électrons dans l'un des points que dans l'autre. Si les deux points étaient reliés par un matériau électriquement conducteur (un fil), les électrons passeraient du point ayant le plus d'électrons au point ayant le moins d'électrons, recherchant ainsi l'état neutre. Cette circulation d'électrons est appelée courant électrique et le nombre d'électrons passant par un point en une seconde est appelé intensité du courant électrique. L'intensité ou le courant est représenté par la lettre I et son unité de mesure est l'ampère (A),

$$1 \text{ A} = 1.000 \text{ mA}$$

le milliampère (mA) et le kiloampère (kA) étant également utilisés en électricité.

Résistance électrique

Dans un courant électrique, les électrons doivent traverser la matière, mais la matière n'est pas vide, il y a plus de particules, donc les électrons entrent en collision avec ces particules sur leur chemin. La difficulté qu'ont les électrons à circuler dans la matière est appelée résistance électrique. Les matériaux qui sont de bons conducteurs d'électricité auront une faible résistance électrique, comme c'est le cas des câbles. Et les matériaux qui sont de mauvais conducteurs d'électricité auront une résistance électrique élevée, comme les isolants. La résistance électrique est représentée par la lettre R et son unité de mesure est le ohm (Ω),

$$1 \text{ k}\Omega = 1.000 \Omega$$

également utilisé en électricité est le kilohm (k Ω).

Énergie électrique

En physique, l'énergie est définie comme la capacité à effectuer un travail.

L'énergie est représentée par la lettre E. Bien qu'en physique l'unité d'énergie soit le joule (J),

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ Wh}$$

pour l'énergie électrique on utilise le wattheure (Wh) et le kilowattheure (kWh).

Puissance électrique

La puissance électrique est la vitesse à laquelle l'énergie électrique est consommée. La puissance est égale à l'énergie par unité de temps. En d'autres termes, la puissance électrique d'un élément donné est l'énergie générée ou consommée par cet élément en une seconde.

Dans le courant alternatif, il y a essentiellement deux types de puissance :

Puissance active

C'est la puissance qui génère le travail utile, que ce soit pour produire de la lumière, de la chaleur, du mouvement, etc. La puissance active est représentée par la lettre P et son unité de mesure est le watt (W), et le kilowatt (kW) est également utilisé.

$$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$$

Puissance réactive

La puissance nécessaire pour maintenir le champ électrique dans les condensateurs ou le champ magnétique dans les bobines. La plus grande source de puissance réactive est constituée par les moteurs électriques, car un champ magnétique doit être maintenu à l'intérieur de ceux-ci pour qu'ils puissent tourner. La puissance réactive est représentée par la lettre Q et son unité de mesure est le voltampère réactif (VAr). Le kilovoltampère réactif (kVAr) est également utilisé.

3.2. Résistance électrique des connexions à la terre et de l'isolation.

Pour la protection contre les contacts directs et indirects, des mesures telles que la mise à la terre des masses métalliques ou l'isolation des parties sous tension doivent être prises. Avant d'aborder ces mesures de protection, il convient de définir les notions de contact direct et indirect.

Selon l'ITC-BT-01, Terminologie, les définitions suivantes sont fournies :

Contact direct : contact de personnes ou d'animaux avec les parties actives des matériaux et des équipements.

Contact indirect : contact de personnes ou d'animaux domestiques avec des pièces mises sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

Maintenant que ces concepts ont été clarifiés, les mesures de protection dans lesquelles la résistance joue un rôle important sont examinées ci-dessous.

Résistance électrique des connexions de terre

Le système de protection contre les contacts indirects des personnes et des animaux domestiques le plus utilisé consiste à mettre à la terre les masses métalliques de l'installation, associées à un dispositif de coupure automatique, normalement un interrupteur différentiel.

Dans ce contexte, on entend par mise à la terre la liaison électrique avec une électrode, généralement constituée de pointes de cuivre et/ou de conducteurs nus, enfouie dans le sol, afin d'obtenir un contact électrique parfait entre le sol et la terre, avec une résistance électrique aussi faible que possible. En mettant à la terre les masses métalliques de l'installation, on s'assure qu'en cas de courant défectueux dû au contact de parties actives de l'installation (parties sous tension) avec ces masses métalliques, ce courant passe par le système de mise à la terre et non par les personnes. Pour ce faire, la résistance des points de mise à la terre doit être inférieure à la résistance du corps humain.

Selon l'ITC-BT-18, Installations de mise à la terre, la résistance des prises de terre doit être telle qu'aucune terre ne puisse donner lieu à des tensions de contact supérieures à :

- 24 V sur place ou sur un site conducteur.
- 50 V dans les autres cas.

Selon la norme ITC-BT-24, Protection contre les contacts directs et indirects, pour les schémas de connexion TT (normalement utilisés dans la distribution publique d'électricité), la condition suivante doit être remplie :

À savoir :

- R_a : somme des résistances de la prise de terre et des conducteurs de terre de protection.
- I_a : courant qui assure le fonctionnement automatique du dispositif de protection. Lorsque le dispositif de protection est un dispositif à courant différentiel-résiduel, il s'agit du courant différentiel-résiduel nominal (sensibilité).
- U : la tension conventionnelle du contact de fin de course (24 ou 50 V).

Résistance de l'isolation

L'une des protections les plus importantes contre le contact direct est la protection par isolation des parties sous tension. Comme spécifié dans l'ITC-BT-24, les parties actives doivent

être recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée sauf en la détruisant, et l'utilisation de peintures, vernis ou similaires n'est pas considérée comme une isolation suffisante.

Pour mesurer la qualité de l'isolation, on utilise la résistance d'isolation, qui est définie comme suit : « l'opposition au passage du courant électrique présentée par l'isolation entre deux électrodes, lorsqu'il existe une différence de potentiel entre elles ».

Dans une installation, la résistance d'isolement ne fait pas seulement référence à la résistance d'isolement des câbles, généralement spécifiée par le fabricant, mais englobe tous les éléments de l'installation, c'est-à-dire les épissures, les mécanismes, les protections, etc.

Selon l'ITC-BT-19, Installations intérieures ou réceptrices. Exigences générales, les installations doivent avoir une résistance d'isolement au moins égale aux valeurs indiquées dans le tableau

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy baja tensión de seguridad (MBTS) Muy baja tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1.000	≥ 1

suivant :

Ces valeurs de résistance d'isolement ne sont valables que pour une longueur de 100 m. Si la longueur du circuit à tester est plus importante, le circuit doit être divisé en parties plus petites, soit en commutant, en déconnectant, en retirant les fusibles ou en ouvrant les interrupteurs, et chaque partie divisée doit être mesurée séparément. S'il n'est pas possible de diviser le circuit en parties de moins de 10 m, la valeur de la résistance d'isolement minimale admissible est celle indiquée dans le tableau divisée par la longueur totale du circuit, exprimée en hectomètres.

Pour la protection contre les contacts indirects, une protection dans des locaux ou des emplacements non conducteurs peut être utilisée dans certains cas. Cette protection consiste en l'utilisation de parois et de sols isolants afin d'éviter, en cas de défaillance de l'isolation principale des parties sous tension, le contact simultané avec des parties qui peuvent être à des tensions différentes.

La résistance d'isolation des sols et des murs permet de mesurer le degré d'isolation de ces éléments. La définition ci-dessus pour la résistance d'isolement s'applique, sauf que dans ce cas, il ne s'agit pas de câbles, mais d'éléments de construction.

Selon l'ITC-BT-24, pour ce type de protection, les murs et les planchers isolants doivent avoir une résistance non inférieure à :

- 50 k Ω , si la tension nominale de l'installation ne dépasse pas 500 V.
- 100 k Ω , si la tension nominale de l'installation est supérieure à 500 V.

3.3. Relations fondamentales entre les grandeurs électriques.

Les grandeurs électriques décrites ci-dessus ne sont pas des concepts isolés, mais sont liées les unes aux autres par des lois et des expressions mathématiques. La section suivante explique en quoi consiste chacun d'entre eux.

La loi d'Ohm. Relation tension-intensité-résistance

La loi d'Ohm stipule :

L'intensité électrique circulant entre deux points d'un circuit électrique est directement proportionnelle à la tension électrique entre ces points, il existe une constante de proportionnalité entre ces deux grandeurs. Cette constante est la conductance électrique, qui est l'inverse de la résistance électrique.

Cette affirmation peut être écrite mathématiquement comme suit :

$$I = G \times V = V / R$$

À savoir :

- I : intensité en ampères (A).
- V : tension en volts (V).
- G : conductance.
- R : résistance en ohms (Ω).

Comme on peut le voir, cette expression met en relation la tension, l'intensité et la résistance. De cette expression, on peut tirer les conclusions suivantes :

- Si la tension est maintenue constante, plus la résistance est faible, plus l'intensité est élevée. En d'autres termes, pour une même tension, un conducteur sera capable de supporter un courant d'autant plus important que sa résistance est faible.
- La résistance donne une idée de la qualité de conducteur ou d'isolant d'un matériau. Un conducteur sera d'autant meilleur que la résistance sera faible et vice versa, un isolant sera d'autant meilleur que la résistance sera élevée.
- Si l'intensité est maintenue constante, plus la résistance est faible, plus la tension est faible. Ce concept est utilisé pour le calcul des chutes de tension.

Puissances

Comme nous l'avons déjà étudié, en courant alternatif, il existe une puissance active (P) et une puissance réactive (Q). Les concepts de puissance sont également liés à la tension et à l'intensité, mais il faut d'abord définir le concept de déphasage.

Dans un courant alternatif, la tension et l'intensité sont déphasés l'une par rapport à l'autre. C'est-à-dire qu'elles n'atteignent pas leur valeur maximale (valeur de pointe) en même temps, mais l'une l'atteint avant l'autre. Ce déphasage est représenté par la lettre grecque φ , et est mesuré en degrés.

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

Mathématiquement, la puissance active dans un système monophasé est définie comme suit :

À savoir :

- P : puissance active en watts (W).
- U : tension en volts (V).
- I : intensité en ampères (A).
- φ : décalage temporel.

La puissance réactive dans un système monophasé est définie comme suit :

$$Q = U \times I \times \sin \varphi$$

À savoir :

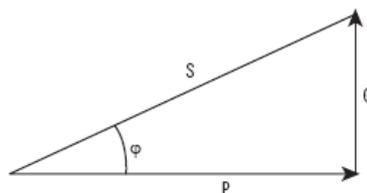
Q : puissance réactive en voltampères réactifs (VAr).

U : tension en volts (V).

I : intensité en ampères (A).

φ : déphasage.

Le triangle de puissances



Si P et Q sont représentés de manière phasorielle, on obtient ce que l'on appelle le triangle de puissances.

Dans ce triangle apparaît une nouvelle grandeur, appelée puissance apparente (S). Si les expressions ci-dessus sont analysées avec le diagramme de phase, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Plus la différence de phase entre la tension et l'intensité est faible, plus le cos est élevé, plus la puissance active est élevée. Le $\cos \rho$ est appelé le facteur de puissance.
- Plus la différence de phase entre la tension et l'intensité est faible, plus le sinus est petit, donc plus la puissance réactive est faible.
- Plus le facteur de puissance est élevé (plus le déphasage est faible), plus la quantité de puissance apparente nécessaire pour générer la même puissance active est faible.

Le facteur de puissance est un concept très important en électricité, car il donne une idée de la performance d'une installation et de l'efficacité énergétique. Une installation avec un facteur de puissance très faible aura besoin de plus d'intensité pour produire la même puissance qu'une installation similaire avec un facteur de puissance plus élevé.

Dans un système triphasé, la puissance active et la puissance réactive sont définies comme

$$P = \sqrt{3} \times U_l \times I_l \times \cos \varphi$$
$$Q = \sqrt{3} \times U_l \times I_l \times \sin \varphi$$

suit :

À savoir :

P : puissance active en watts (W).

Q : puissance réactive en voltampères réactifs (VAr).

U_l : tension de ligne (tension entre deux conducteurs de phase) en volts (V).

I_l : intensité de ligne (intensité circulant dans chaque conducteur de phase) en ampères (A).

φ : déphasage.

De même, toutes les conclusions observées pour les systèmes monophasés sont valables.

Énergie

Comme indiqué ci-dessus, l'énergie est la quantité de puissance requise ou cédée par un système électrique en un temps donné. Mathématiquement parlant, on peut l'exprimer

$$E = P \times t$$

comme suit :

En électricité, l'énergie est généralement mesurée en wattheures ou en kilowattheures, alors la puissance sera exprimée en watts ou en kilowatts et le temps sera exprimé en heures.

Ce concept d'énergie fait référence à l'énergie active. Il est donc concevable que la puissance réactive puisse être définie comme la quantité de puissance réactive requise ou cédée par un

$$E_r = Q \times t$$

système électrique en un temps donné.

Si la puissance active est mesurée en watts par heure, la puissance réactive est mesurée en voltampères réactifs par heure (Var/h) ou en kilovoltampères réactifs par heures (kVAr/h), exprimant dans chaque cas la puissance active en voltampères ou en kilovoltampères.

De ces expressions, on peut conclure que :

- Plus la puissance (active ou réactive) est importante, plus un système consommera (ou cédera) d'énergie.
- Plus le temps est long, plus l'énergie (active ou réactive) consommée ou cédée par un système est importante.

3.4. Instruments de mesure : Typologie et caractéristiques.

Dans les installations électriques, un certain nombre de paramètres tels que la tension, l'intensité, la puissance ou l'énergie doivent être mesurés et évalués. Ces mesures donnent un aperçu du bon fonctionnement de l'installation ou des problèmes éventuels. En outre, d'autres paramètres tels que la résistance de terre, la résistance d'isolement, la sensibilité des dispositifs de protection, etc., doivent être connus pour la sécurité des composants de l'installation et des personnes et animaux domestiques.

La mesure est définie comme suit : « comparer la grandeur inconnue à déterminer et une grandeur connue de même grandeur, qui est choisie comme unité ».

Selon cette définition, il est nécessaire d'avoir une certaine uniformité en termes d'unités de mesure au niveau international. C'est pour cette raison que le Système International de Mesure est né au début du 20^{ème} siècle. Nous n'insisterons pas sur les unités de mesure utilisées en électricité dans cette section, car elles ont déjà été abordées.

Des instruments de mesure sont utilisés pour effectuer ces mesures. Ces instruments ne sont pas tous les mêmes, mais ont des qualités différentes selon les exigences de la mesure. Ainsi, pour les mesures en laboratoire, on aura besoin de meilleurs instruments de mesure que pour les mesures industrielles ou les mesures sur les installations électriques. Les qualités suivantes donnent une idée de l'amélioration ou de la dégradation d'un instrument de mesure :

- Sensibilité : désigne le rapport entre la déviation de l'aiguille de l'indicateur mesurée en degrés et la variation de la grandeur mesurée. Il s'agit d'une qualité spécifique des appareils analogiques.
- Précision : désigne la dispersion de l'ensemble des valeurs obtenues à partir de mesures répétées d'une grandeur. Plus ces mesures répétées sont proches les unes des autres, plus l'appareil sera précis.
- Précision : un appareil est d'autant plus précis que la valeur mesurée est proche de la valeur réelle de cette grandeur. La précision est étroitement liée à la qualité d'un appareil.
- Fidélité : un appareil est très fiable lorsque, en répétant plusieurs fois la même mesure, il reproduit la même valeur dans toutes ces mesures.
- Vitesse : un instrument est plus rapide si, lors d'une mesure, la mesure se stabilise en moins de temps.

En termes d'erreurs de mesure, les instruments sont classés selon leur classe de précision comme suit :

- Classe 0.1 et 0.2 : instruments de haute précision pour la recherche.
- Classe 0.5 : Instruments de mesure de laboratoire.
- Classe 1 : instruments de mesure portables à courant continu.
- Classe 1.5 : instruments de boîtiers et portable à courant alternatif.
- Classe 2.5 et 5 : instruments de boîtiers.

Il existe un certain nombre de concepts importants concernant la capacité à mesurer une grandeur donnée lors de mesures électriques :

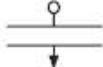
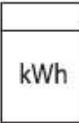
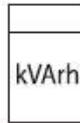
- Plage de mesure : également appelée calibre de l'instrument, il s'agit de la mesure maximale qui peut être effectuée avec l'instrument. Les instruments de mesure ont généralement différentes plages de mesure pour une même grandeur, et il est possible de sélectionner la plage qui convient le mieux à la mesure à effectuer.
- Plage de lecture : au sein de la plage de mesure, la plage de lecture fait référence à la plage de valeurs dans laquelle la mesure est fiable. Il est courant dans les instruments analogiques qu'au début de la gamme, il y ait une zone non divisée. Dans cette zone, la mesure n'est pas fiable, le champ de lecture sera donc le reste du champ de mesure.
- Constante de mesure : dans les appareils analogiques, les échelles ne comportent généralement pas de division pour chaque unité de la grandeur à mesurer, mais chaque division équivaut à x unités de la grandeur à mesurer. Le nombre d'unités que représente chaque division est appelé la constante de mesure. Ce concept n'a pas de sens pour les appareils numériques.

Symbologie standardisée

Pour représenter les instruments de mesure et leurs caractéristiques, il existe une série de

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Instrumento para corriente continua.		Instrumento para corriente alterna.
	Instrumento para corriente continua o alterna.		Instrumento de corriente trifásica con un solo circuito medidor.
	Instrumento de corriente trifásica con dos circuitos medidores.		Instrumento de corriente trifásica con tres circuitos medidores.
	Atención: observar instrucciones de empleo.		Ajuste de cero del aparato (cero mecánico).
	Símbolo indicador de blindaje de hierro.		Posición de trabajo vertical.
	Posición de trabajo horizontal.		Posición de trabajo inclinada.
	Instrumento de cuadro móvil con imán permanente.		Instrumento bimetalico.
	Instrumento térmico.		Instrumento medidor de cocientes de bobinas móviles.
	Instrumento de inducción.		Instrumento medidor de cocientes de inducción.
	Instrumento electromagnético o de hierro móvil.		Instrumento medidor de cocientes de hierro móvil.

symboles normalisés, qui sont décrits ci-dessous.

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Instrumento electroestático.		Instrumento de imán móvil.
	Instrumento de cuadro móvil con rectificador.		Instrumento electrodinámico con circuito magnético de hierro.
	Instrumento medidor de cocientes electrodinámico con circuito magnético de hierro.		Instrumento de vibración.
	Tensión de prueba 500 V.		Tensión de prueba 1 kV.
	Tensión de prueba 2 kV.		Tensión de prueba 3 kV.
	Tensión de prueba 5 kV.		Amperímetro.
	Frecuencímetro.		Sincronoscopio.
	Contador de energía activa.		Contador de energía reactiva.

En plus de ces symboles, les instruments de mesure les plus couramment utilisés dans les installations électriques sont les suivants :

Voltmètre

Le voltmètre est l'instrument utilisé pour mesurer la tension ou la différence de potentiel.



Symbole du voltmètre

Ampèremètre

L'ampèremètre est l'instrument utilisé pour mesurer l'intensité du courant.



Symbole de l'ampèremètre

Ohmmètre

L'ohmmètre est utilisé pour mesurer la résistance électrique.



Symbole de l'ohmmètre

Multimètre

Cet instrument est capable de mesurer, entre autres, la tension, l'intensité ou la résistance électrique. Il existe des multimètres analogiques et numériques, ces derniers étant les plus répandus. Ces dispositifs sont des sondes de mesure. Selon qu'ils sont connectés à l'une ou l'autre des bornes, l'une ou l'autre grandeur sera mesurée.

Pince ampèremétrique

Comme le multimètre, cet instrument portable sert essentiellement à mesurer la tension, l'intensité ou la résistance. C'est pourquoi il est également indispensable pour les professionnels. La différence entre le multimètre et la pince ampèremétrique réside dans la façon dont les deux sont connectés. Le premier est relié au circuit à mesurer au moyen de sondes, qui doivent être en contact électrique avec le circuit. La pince ampèremétrique, quant à elle, n'a pas besoin de contact électrique avec le circuit pour mesurer l'intensité. Il suffit de placer le conducteur à mesurer à l'intérieur de la pince pliable (d'où son nom). Le grand avantage de la pince ampèremétrique par rapport au multimètre est sa facilité d'utilisation comme ampèremètre.

Wattmètre

Le wattmètre est l'appareil utilisé pour mesurer la puissance active.



Symbole du wattmètre

Variomètre

Le variomètre est l'appareil utilisé pour mesurer la puissance réactive.

Symbole du variomètre



Phasemètre

Le phasemètre est utilisé pour la mesure directe du facteur de puissance.



Symbole du phasemètre

Mégohmmètre

Pour mesurer la résistance d'isolement, il faut appliquer des valeurs de tension très élevées. De plus, les valeurs à mesurer sont de l'ordre du mégohm (1 000 kilohms). Un ohmmètre ou un multimètre ne sont pas suffisants pour ces mesures, il faut donc utiliser le mégohmmètre.

Symbole du variomètre



Appareil de mesure de la rigidité diélectrique

Comme son nom l'indique, c'est l'appareil utilisé pour mesurer la rigidité diélectrique d'un isolant, qui est définie comme la différence de potentiel capable de percer l'isolant.

Telluromètre

L'appareil utilisé pour mesurer la résistance de terre. Ces appareils effectuent les mesures sur le terrain et indiquent les valeurs de résistance directement sur l'échelle ou l'écran.

Exigences minimales pour les installateurs agréés

Selon l'ITC-BT-03, Installateurs agréés basse tension, les entreprises d'installation ou les installateurs agréés doivent disposer d'une série de moyens techniques. La présente instruction établit deux catégories d'entreprises d'installation :

- Catégorie de base.
- Catégorie spécialiste.

Dans les deux catégories, les moyens minimaux nécessaires, tant humains que techniques, qui doivent être disponibles sont énumérés. Les instruments de mesure suivants, entre autres, sont inclus dans la catégorie de base :

- Telluromètre.
- Compteur d'isolation.
- Multimètre.
- Mesureur de courant de fuite.
- Détecteur de tension.
- Analyseur enregistreur de puissance et d'énergie pour le courant alternatif triphasé.
- Équipement pour tester la sensibilité de déclenchement des interrupteurs différentiels.
- Testeur de continuité des conducteurs.
- Impédancemètre de boucle.
- Luxmètre avec une plage de mesure adaptée à l'éclairage de secours.

Dans ce contexte, les fabricants d'instruments de mesure mettent sur le marché des appareils spécialement conçus pour répondre aux exigences de la présente instruction technique.

Les fabricants tentent actuellement d'intégrer la plupart des mesures obligatoires selon le REBT dans un seul appareil. Ces appareils sont des analyseurs de réseau, capables non seulement d'effectuer les mesures spécifiées dans le REBT, mais aussi, dans la plupart des cas, de permettre l'intercommunication avec des ordinateurs pour le traitement des données obtenues.

3.5. Procédures de connexion.

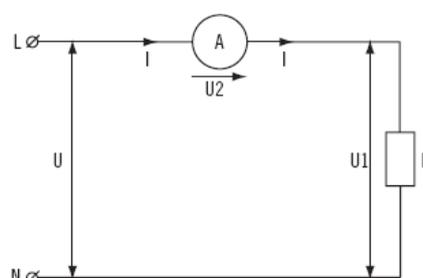
Les instruments utilisés pour mesurer les grandeurs électriques ont été décrits ci-dessus. Il est logique de penser que, selon l'appareil utilisé et ce que l'on veut mesurer, il faudra les connecter d'une manière ou d'une autre. Les schémas de connexion sont présentés ci-dessous, en fonction de la grandeur à mesurer.

Pour mesurer la tension, que ce soit à l'aide d'un voltmètre ou d'un multimètre, ce dernier doit être connecté en parallèle avec la tension à mesurer, selon le schéma suivant.

Comme on le voit, l'appareil de mesure, voltmètre ou multimètre, va consommer un certain courant I_2 qui va altérer la mesure. Plus le courant est faible, plus la valeur de la tension mesurée est fiable et plus l'instrument utilisé est de qualité.

Mesure de l'intensité du courant électrique

Pour mesurer l'intensité du courant, que ce soit au moyen d'un ampèremètre ou d'un multimètre, ce dernier doit être connecté en série avec l'intensité à mesurer, de sorte que celle-ci traverse l'instrument.

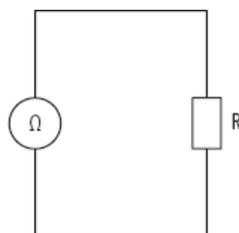


Comme on peut le constater, il y aura une certaine chute de tension U_2 dans le dispositif de mesure qui modifiera la mesure. Plus la tension U_2 est faible, plus la mesure est fiable et plus l'instrument est de qualité.

Lors de l'utilisation d'une pince ampèremétrique, le conducteur dans lequel circule l'intensité à mesurer doit être placé à l'intérieur de la pince. Cela se fait sans déconnecter aucune partie du circuit, car la pince est articulée.

Mesure de la résistance

Pour mesurer la résistance électrique, que ce soit avec un ohmmètre ou un multimètre, il doit être connecté en parallèle avec la tension à mesurer.



Comme on peut le voir sur le schéma, pour mesurer la résistance, le circuit doit être déconnecté, sans tension. L'instrument de mesure est équipé d'une batterie qui fournit les valeurs de tension et d'intensité nécessaires à la mesure.

3.6. Processus de mesure.

Dans l'ITC-BT-19, Installations intérieures ou réceptrices. Les exigences générales, les contrôles à effectuer par les installateurs agréés sur les installations sont fixés. En outre, pour la mise à la terre, il faut effectuer les contrôles indiqués dans l'ITC-BT-18, Installations de mise à la terre. En complément de ces instructions techniques du REBT, l'annexe 4 du Guide technique d'application du REBT, Vérification des installations électriques, précise les processus de vérification à effectuer sur les installations avant leur mise en service.

Les vérifications à effectuer sont divisées en deux groupes principaux :

- Vérification par examen.
- Vérifications par des mesures ou des tests.

Cette section se concentre sur les vérifications par mesures ou essais, en décrivant chaque processus de mesure à effectuer.

Les vérifications décrites dans les instructions ITC-BT-18 et ITC-BT-19 sont les suivantes :

- Mesure de la continuité des conducteurs de protection.

- Mesure de la résistance à la terre.
- Mesure de la résistance d'isolement des conducteurs.
- Mesure de la résistance d'isolation des sols et des murs, lorsque ce système de protection est utilisé.
- Mesure de la rigidité diélectrique.
- En outre, d'autres mesures peuvent être prises pour assurer la protection contre les chocs électriques, telles que :
 - Mesure des courants de fuite.
 - Mesure de l'impédance de la boucle.
 - Contrôle de l'intensité de déclenchement des différentiels.
 - Vérification de la séquence des phases.

Mesure de la continuité des conducteurs de protection

Pour effectuer cette mesure, un ohmmètre (ou multimètre) capable d'appliquer une intensité de 200 mA, avec possibilité de changement de polarité et équipé d'une source de tension continue de 4 à 24 volts sans charge est nécessaire.

Pour vérifier la continuité, les ohmmètres et les multimètres sont généralement équipés d'une fonction spécifique, de sorte que lorsque la résistance mesurée est très faible, l'appareil émet un bip sonore indiquant qu'il y a continuité entre les contacts mesurés. La figure suivante montre la mesure de continuité du conducteur de terre de protection reliant deux prises de courant.

Mesure de la résistance à la terre

Comme on le sait déjà, la résistance de la prise de terre doit être mesurée au moyen d'un telluromètre. Il doit être capable d'injecter un courant alternatif connu, à une fréquence supérieure à 50 Hz, et de mesurer la chute de tension, de sorte que le quotient entre la tension mesurée et le courant injecté soit égal à la valeur de la résistance à mesurer.

Les télémètres les plus courants possèdent trois bornes :

- Borne de mise à la terre (E/ES).
- Borne d'intensité de courant (H).
- Borne de tension (S).

L'intensité est injectée entre E et H et la tension est mesurée entre S et ES. L'électrode de terre est représentée par RE, tandis que les deux autres électrodes enfoncées dans le sol sont deux pointes, normalement fournies avec l'appareil. Les trois électrodes doivent être positionnées en ligne droite.

Pendant la mesure, l'électrode de terre doit être déconnectée des conducteurs de terre. Les fils ne doivent pas se croiser pour éviter les erreurs de mesure. La mesure est considérée comme correcte si, lorsque la sonde S est déplacée de quelques mètres vers la gauche et la droite, la valeur de la résistance mesurée ne change pas. Si ce n'est pas le cas, la distance entre les trois électrodes doit être augmentée jusqu'à ce que la condition ci-dessus soit remplie.

Mesure de la résistance d'isolement de l'installation

L'isolation de l'installation est mesurée de deux manières différentes :

1. Mesure de l'isolation de la terre : la résistance entre tous les conducteurs du circuit d'alimentation (phases et neutre) reliés ensemble par rapport à la terre doit être mesurée.
2. Mesure de l'isolation entre les conducteurs polaires : la résistance entre toutes les paires possibles de conducteurs polaires, c'est-à-dire la phase et le neutre, doit être mesurée.

Comme on le sait, on utilise pour ces mesures un mégohmmètre qui doit être capable de fournir les tensions d'essai requises à un courant de 1 mA. Les mesures doivent être effectuées avec tous les conducteurs actifs, y compris le conducteur neutre ou de compensation, isolés de la terre et déconnectés de leur alimentation électrique.

Mesure de l'isolation par rapport à la terre

Pour cette mesure, le pôle positif de l'appareil doit être relié à la terre, tous les récepteurs doivent être connectés et leurs commandes doivent être laissées en position « arrêt », après avoir vérifié la continuité de l'installation. Les dispositifs d'interruption qui peuvent affecter la mesure doivent être réglés sur la position « fermée » et les fusibles doivent être installés comme en service normal. Le pôle négatif du mégohmmètre doit être relié à la jonction de tous les conducteurs polaires, y compris le neutre ou le compensateur.

Mesure de la résistance d'isolement entre des conducteurs polaires

Pour cette mesure, tous les récepteurs doivent être mis hors tension. Les dispositifs de coupure et les fusibles restent les mêmes que ci-dessus. La mesure de la résistance doit être effectuée entre des paires de conducteurs polaires (phases et neutre).

Mesure de la résistance d'isolement des sols et des murs

Comme déjà mentionné, l'un des systèmes de protection contre les contacts indirects est l'utilisation de murs et de sols isolés.

Les mesures de la résistance d'isolement des sols et des murs sont effectuées au moyen d'une électrode, reliée au mégohmmètre, de dimensions spécifiques, qui est placée sur le sol ou le mur à mesurer.

Pour vérifier les valeurs de résistance d'isolement des sols et des murs, au moins trois mesures doivent être effectuées dans la même pièce. L'une des mesures est effectuée en plaçant l'électrode à environ 1 m d'un élément conducteur accessible dans la pièce. Les deux autres seront effectuées à des distances plus longues.

Deux types d'électrodes peuvent être utilisés :

- Le type 1 se compose d'une plaque métallique de 250 mm de côté et d'un papier ou d'un tissu hydrophile mouillé et essoré, d'environ 270 mm de côté, placé entre la plaque métallique et la surface à tester.
- Le type 2 consiste en un triangle métallique, où les points de contact avec la surface sont situés près des sommets du triangle. Chacune des pièces de contact est constituée d'une base flexible qui garantit, lorsqu'elle est soumise à la contrainte indiquée, un bon contact avec la surface à tester et d'environ 900 mm², avec une résistance inférieure à 5 000 Ω. Dans ce cas, la surface à tester doit être mouillée ou recouverte d'un chiffon humide.

Dans les deux cas, une force de 750 N ou 250 N doit être appliquée aux électrodes, selon que les électrodes doivent être appliquées sur les sols ou les murs.

Essai diélectrique de l'installation

La rigidité diélectrique d'une installation doit être telle que, lorsque les récepteurs sont débranchés, elle résiste à un essai de tension de $2U + 1\,000$ V à 50 Hz pendant une minute, où U est la tension maximale de service exprimée en volts et avec un minimum de 1 500 V. Cet essai doit être effectué pour chaque conducteur, y compris le neutre, par rapport à la terre et entre paires de conducteurs.

Cette opération est effectuée au moyen d'un appareil de mesure de la rigidité diélectrique, qui doit être capable de fournir les valeurs de tension et de fréquence requises.

Pendant l'essai, les dispositifs de coupure doivent être placés en position « fermée » et les fusibles être installés comme en service normal.

Pendant l'essai, le courant fourni par l'instrument, qui est le courant qui fuit vers la terre à travers l'isolation, ne doit pas dépasser la sensibilité des interrupteurs différentiels installés.

4. UNITÉ D'APPRENTISSAGE 4 : Préparation de la documentation des installations de liaison électrique.

Dans tout type d'installation, et pas seulement dans les installations électriques, le processus de travail à suivre est très important, depuis la planification de l'objet de l'installation jusqu'à sa mise en service. En plus de la documentation qui servira de base à sa réalisation matérielle, certaines formalités seront nécessaires pour légaliser l'installation.

Pour la réalisation matérielle d'une installation, outre les connaissances et les compétences liées à l'installation, une série de permis sont nécessaires pour corroborer la capacité des techniciens à entreprendre le travail.

Une fois les travaux terminés, les contrôles nécessaires seront effectués, soit pour la mise en service de l'installation, soit pour vérifier son état. Il est logique de penser que ces contrôles seront effectués par des tiers, extérieurs à l'entreprise ou au technicien qui réalise l'installation.

4.1. Documentation d'installation ITC-BT-01, ITC-BT-02.

La documentation des installations est incluse dans l'ITC-BT-04, Documentation et mise en service des installations. ITC-BT-01 traite de la terminologie utilisée en basse tension et ITC-BT-02 traite des normes de référence dans le REBT. Par conséquent, tout au long de cette section, tout le contenu de la réglementation relative à la documentation des installations sera développé : ITC-BT-04.

Toute installation électrique doit être réalisée sur la base de sa documentation technique. Dans cette documentation, les caractéristiques de l'installation doivent être exposées sans ambiguïté, en justifiant les solutions adoptées et en précisant la manière dont les travaux doivent être réalisés.

La section 2 de l'ITC-BT-04, Documentation et mise en service des installations, précise la documentation qui doit précéder les installations électriques. En fonction de son importance et de son ampleur, un rapport de projet ou un rapport de conception technique sera nécessaire.

Projet

La norme UNE 157001:2002, Critères généraux pour l'élaboration de projets, contient les considérations générales pour l'élaboration de projets. Selon ce document, un projet se compose généralement des documents de base suivants :

- Table des matières générale.
- Mémoire.
- Annexes.
- Plans.
- Spécifications.
- État des mesures.
- Budget.
- Des études à part entière, le cas échéant.

Concrètement, pour les installations électriques, selon l'ITC-BT-04, le rapport de projet doit comprendre les éléments suivants :

- Données relatives au propriétaire.
- Emplacement, caractéristiques de base et utilisation prévue.
- Caractéristiques et sections transversales des conducteurs à utiliser.
- Caractéristiques et diamètres des tuyaux pour les conduits.
- Liste nominative des récepteurs à installer et de leur puissance, systèmes et dispositifs de sécurité adoptés et tout autre détail nécessaire en fonction de l'importance de l'installation prévue et pour démontrer la conformité aux exigences du règlement et de ses instructions techniques complémentaires.
- Schéma unifilaire de l'installation et caractéristiques des dispositifs de coupure et de protection adoptés, points d'utilisation et sections des conducteurs.

- Croquis de sa disposition.
- Calculs justifiant la conception.

Quant aux plans, ils doivent donner une idée claire des dispositions à adopter dans les installations, et servir également à l'entreprise d'installation pour obtenir les données nécessaires à l'exécution matérielle du projet.

Rapport de conception technique

Selon l'ITC-BT-04, le rapport de conception technique (MTD) sera rédigé sur des formulaires, selon le modèle déterminé par l'organisme compétent de la Communauté autonome. L'objectif du rapport de conception technique est de fournir les principales données et caractéristiques de conception des installations. Quelle que soit la Communauté autonome, le rapport de conception technique doit contenir les données suivantes :

- Celles concernant le propriétaire.
- Identification de la personne qui signe le rapport et justification de sa compétence.
- Emplacement de l'installation.
- Utilisation prévue.
- Rapport nominal des récepteurs à installer et leur puissance.
- Calculs justifiant les caractéristiques de la ligne d'alimentation générale, des dérivations individuelles et des lignes secondaires, de leurs éléments de protection et de leurs points d'utilisation.
- Court rapport descriptif.
- Schéma unifilaire de l'installation et caractéristiques des dispositifs de coupure et de protection adoptés, points d'utilisation et sections des conducteurs.
- Croquis de sa disposition.

Les images suivantes montrent un format standard pour un rapport de conception technique, inclus dans le GUIDE-BT-04, Documentation et mise en service des installations.

4.2. Exigences et actions des installateurs agréés ITC-BT-03.

L'ITC-BT-03, Installateurs basse tension agréés, du REBT, établit les conditions et les exigences que doivent satisfaire les installateurs agréés dans le cadre du champ d'application du REBT.

Dans cette instruction technique, l'installateur basse tension agréé est défini comme suit : « la personne physique ou morale qui réalise, entretient ou répare des installations électriques dans le cadre du REBT, qui est autorisée à le faire ».

Dans cette définition, il convient de préciser que le champ d'application du REBT est délimité à l'article 2, Champ d'application, qui précise que le REBT s'applique aux installations de distribution d'électricité, aux installations de production pour la consommation propre et aux installations de réception, dans les limites de tension nominale suivantes :

- Courant alternatif : égal ou inférieur à 1 000 V.
- Courant continu : 1 500 V ou moins.

Catégories d'installateurs agréés

Pour en revenir à l'ITC-BT-03, les installateurs agréés sont classés en deux catégories :

Catégorie de base (IBTB)

Les installateurs habilités dans cette catégorie peuvent réaliser, entretenir et réparer toutes les installations électriques basse tension relevant du REBT, à l'exception de celles réservées à la catégorie spécialiste (IBTE).

Catégorie spécialiste (IBTE)

Les installateurs agréés de la catégorie spécialiste peuvent réaliser, entretenir et réparer les installations de la catégorie de base et, en outre, celles correspondant aux modalités suivantes :

- Automatisation, gestion technique de l'énergie et systèmes de sécurité pour les maisons et les bâtiments.
- Systèmes de contrôle distribués.
- Systèmes de surveillance, de contrôle et d'acquisition de données.
- Contrôle des processus.

Ces quatre types d'installations sont regroupés dans une seule sous-catégorie. La première modalité correspond au champ d'application de la norme ITC-BT-51, Installations de systèmes d'automatisation, de gestion technique de l'énergie et de sécurité pour les logements et les bâtiments. Les trois dernières modalités concernent les systèmes d'automatisation, la gestion technique de l'énergie et la sécurité dans le domaine industriel.

Lignes de distribution électrique aériennes ou souterraines

Cette modalité correspond au champ d'application de l'ITC-BT-06, Réseaux aériens de distribution basse tension, de l'ITC-BT-07, Réseaux souterrains de distribution basse tension, et de l'ITC-BT-11, Réseaux de distribution d'électricité, branchements.

Locaux présentant un risque d'incendie ou d'explosion

Ce mode correspond au champ d'application de l'ITC-BT-29, Prescriptions particulières pour les installations électriques des locaux présentant un risque d'incendie ou d'explosion.

Blocs opératoires et salles d'opération

Cette modalité correspond au champ d'application de l'ITC-BT-38, Installations à usage spécial. Prescriptions particulières pour l'installation électrique dans les salles d'opération et les blocs opératoires.

Lampes à décharge à haute tension, enseignes lumineuses et similaires

Cette modalité correspond au champ d'application de l'ITC-BT-44, Installation de récepteurs, récepteurs d'éclairage. Il convient de préciser que cette modalité fait référence à la

construction et à l'installation d'enseignes lumineuses dont le fonctionnement nécessite une tension supérieure à 1 000 V.

Installations de production à basse tension

Cette modalité correspond au champ d'application de l'ITC-BT-40, Installations de production à basse tension. Ces installations sont limitées à l'autoconsommation.

Certificat de qualification individuelle en basse tension

Le certificat d'installateur basse tension agréé est subordonné à l'obtention du certificat individuel de qualification basse tension, qui reconnaît la capacité personnelle du titulaire à exercer l'une des activités correspondant aux catégories d'installateurs agréés. Pour obtenir ce certificat, les personnes physiques doivent s'accréditer auprès de la Communauté autonome :

- Être en âge légal de travailler.
- Avoir des connaissances théoriques et pratiques de l'électricité.
- Dans certains cas, ils doivent avoir passé un examen, devant cette Communauté autonome, sur le REBT et les instructions techniques correspondant à la catégorie pour laquelle ils postulent.

Autorisation comme installateur basse tension

Une fois le certificat individuel de qualification obtenu, pour obtenir l'autorisation d'installateur de basse tension, il faut accréditer les conditions suivantes auprès de la Communauté autonome :

- Disposer des ressources techniques et humaines nécessaires.
- Avoir souscrit une assurance responsabilité civile d'au moins 600 000 € pour la catégorie de base et 900 000 € pour la catégorie spécialiste.
- Être enregistré à l'impôt sur les activités économiques.
- Être inclus dans le recensement des obligations fiscales.
- Être inscrit au régime de sécurité sociale correspondant.
- Dans le cas des personnes morales, elles doivent être légalement constituées.

Il convient de préciser que le certificat d'installateur basse tension n'est valable que pour la Communauté autonome où il a été obtenu. Lorsque les activités sont réalisées dans différentes communautés autonomes, l'organisme compétent de la communauté autonome correspondante doit être notifié.

Obligations des installateurs basse tension agréés

En ce qui concerne les obligations à remplir par les installateurs agréés, ils doivent, dans leurs catégories respectives :

- Exécuter, modifier, étendre, entretenir ou réparer les installations qui leur ont été confiées ou qui leur sont confiées, conformément à la réglementation en vigueur et à la documentation de l'installation et en utilisant des matériaux et des équipements conformes à la législation applicable.

- Effectuer les tests et essais réglementaires.
- Effectuer des opérations de révision et de maintenance.
- Coordonner les opérations d'interruption de l'approvisionnement avec l'entreprise fournisseuse et les utilisateurs.
- Notifier à l'administration compétente les éventuelles infractions à la réglementation constatées dans l'exercice de leur activité.
- Assister aux inspections statutaires ou à celles effectuées par l'administration si nécessaire.
- Tenir un registre à jour des installations exécutées ou maintenues.
- Informer l'administration compétente des accidents survenus dans les installations dont ils ont la charge.
- Conservez des copies des contrats de maintenance pendant au moins 5 ans, immédiatement après la fin du contrat.

Moyens minimaux requis pour les installateurs agréés

Les installateurs basse tension agréés doivent disposer d'une série de moyens minimums, tant humains que matériels, pour exercer leur activité.

En ce qui concerne les ressources humaines, les installateurs doivent avoir au moins une personne titulaire d'un certificat individuel de qualification, de la même catégorie que l'installateur agréé.

En outre, il doit y avoir un maximum de 10 opérateurs qualifiés pour chaque personne titulaire d'un certificat individuel de qualification ou pour chaque technicien supérieur en installations électrotechniques ou pour chaque diplômé d'une école technique.

En ce qui concerne les moyens techniques, une salle d'au moins 25 m² doit être disponible. Pour la catégorie de base, les installateurs agréés doivent disposer des équipements suivants :

- Telluromètre.
- Compteur d'isolation.
- Multimètre ou pince pour :
 - Tension alternative et continue jusqu'à 500 V.
 - Intensité de courant alternatif et continu jusqu'à 20 A.
 - La résistance.
- Mesureur de courant de fuite, avec une résolution supérieure ou égale à 1 mA.
- Détecteur de tension.
- Analyseur-enregistreur de puissance et d'énergie pour courant alternatif triphasé, capable de mesurer les grandeurs suivantes : puissance active, tension alternative, intensité de courant alternatif et facteur de puissance.
- Équipement pour tester la sensibilité de déclenchement des interrupteurs différentiels, capable de tester la caractéristique intensité-temps.
- Équipement de test de continuité des conducteurs.

- Impédancemètre à boucle, avec système de mesure indépendant ou avec compensation de la valeur de résistance des cordons de test et avec une résolution supérieure ou égale à 0,1 Ω.
- Outils et équipements auxiliaires courants.
- Luxmètre avec une plage de mesure adaptée à l'éclairage de secours.

Pour la catégorie spécialiste, en fonction de la modalité, les équipements suivants doivent également être disponibles :

- Analyseur de réseau, d'harmoniques et de perturbations du réseau.
- Électrodes pour mesurer l'isolation des sols.
- Testeur du dispositif de contrôle du niveau d'isolement du bloc opératoire (uniquement pour les blocs opératoires et le mode bloc opératoire).

4.3. Documentation et mise en service des installations de l'ITC-BT-04.

Toute installation, outre son exécution, nécessite une série de démarches auprès de l'administration compétente, qui demandera les documents pertinents, le cas échéant. C'est pourquoi il est important de connaître les documents requis pour chaque installation et les procédures à effectuer.

Installations nécessitant un projet ou un rapport technique

Les documents sur lesquels doit se baser toute installation électrique ont déjà été énoncés. Mais quelles installations nécessitent un projet et quelles installations nécessitent un rapport de conception technique ? Le tableau suivant résume cette question, sur la base des dispositions de l'ITC-BT-04, Documentation et mise en service des installations.

Grupo	Tipo de instalación	Requieren proyecto	Requieren MTD
a)	Industrias en general.	P > 20 kW	P ≤ 20 kW
b)	Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión. Bombas de extracción.	P > 10 kW	P ≤ 10 kW
c)	Locales mojados. Generadores y convertidores. Conductores aislados para caldeo, excluyendo los de viviendas.		

Grupo	Tipo de instalación	Requieren proyecto	Requieren MTD
d)	De carácter temporal para alimentación de maquinaria en obras en construcción. De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos.	P > 50 kW	P ≤ 50 kW
e)	Edificios destinados principalmente a viviendas y locales comerciales y oficinas que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia.	P > 100 kW (por CGP)	P ≤ 100 kW (por CGP)
f)	Viviendas unifamiliares.	P > 50 Kw	P ≤ 50 Kw
g)	Garajes que precisan ventilación forzada.	SL	-
h)	Garajes con ventilación natural.	> 5 plazas	≤ 5 plazas
i)	Locales de pública concurrencia.	SL	-
j)	Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión. Máquinas de elevación y transporte. Instalaciones que utilizan tensiones especiales. Rótulos luminosos, salvo que se consideren instalaciones de BT, según ITC-BT-44. Cercas eléctricas. Redes de distribución	SL	-

Outre le tableau ci-dessus, les extensions et modifications des installations suivantes nécessitent l'élaboration d'un projet :

Extensions des installations de type b, c, g, i, j, l et m et modifications importantes de toutes les installations énumérées dans le tableau.

- Extensions d'installations qui n'ont pas atteint les limites de puissance indiquées, mais qui les dépassent au moment de l'extension.
- Les extensions d'installations qui nécessitaient à l'origine un projet si dans une ou plusieurs extensions 50% de la puissance prévue dans le projet précédent est dépassée.

Si une installation peut être incluse dans plus d'un des groupes spécifiés, le critère le plus exigeant doit toujours être appliqué.

Exécution et traitement des installations

Toutes les installations doivent être effectuées par des installateurs agréés. Dans le cas d'installations nécessitant un projet, il doit y avoir un chef de projet, qui doit être un technicien compétent. À la fin de l'exécution matérielle de l'installation, le maître d'œuvre délivrera un certificat de gestion de la construction, qui vérifie que l'installation est conforme au projet et respecte la réglementation en vigueur.

Une fois l'installation terminée, l'installateur agréé doit effectuer les contrôles nécessaires, comme décrit dans le document ITC-BT-05, Vérification et inspections. Cette instruction indique également les installations qui doivent être soumises à une inspection initiale par un organisme de contrôle agréé (OCA).

Une fois l'exécution terminée et les vérifications et contrôles initiaux effectués, l'installateur agréé doit délivrer un certificat d'installation, selon le modèle établi par l'administration compétente. Ce document doit contenir au moins les éléments suivants :

- Données concernant les principales caractéristiques de l'installation.
- La puissance prévue de l'installation.
- Le cas échéant, la référence du certificat favorable de l'organisme de contrôle qui a effectué l'inspection initiale.
- Identification de l'installateur agréé.
- Déclaration selon laquelle l'installation a été exécutée conformément aux dispositions du REBT et, le cas échéant, aux normes particulières de l'entreprise fournisseuse, ainsi qu'au projet ou à la MTD.

Pour la mise en service des installations, l'installateur autorisé doit remettre à l'organisme compétent de la Communauté autonome le certificat d'installation et une annexe d'information à l'utilisateur (5 exemplaires), le projet ou la MTD et, selon le cas, le certificat de gestion des travaux signé par le responsable des travaux et le certificat d'inspection initiale favorable.

L'organisme compétent renvoie à l'installateur 4 exemplaires du certificat d'installation et de l'annexe informative. Deux exemplaires sont destinés à l'installateur et deux exemplaires sont destinés au propriétaire, qui doit en remettre un à la compagnie d'électricité.

Dans le cas d'installations temporaires de foires, d'expositions et de manifestations similaires, lorsqu'une gestion commune du site est requise pour l'ensemble de l'installation, tous les documents relatifs aux installations partielles de chaque stand ou élément de la foire peuvent être regroupés et présentés en un seul document à l'organisme compétent de la Communauté autonome, sous la forme d'un certificat global d'installation signé par la direction du site.

Dans le cas d'installations identiques répétées, la documentation de conception peut être supprimée après l'enregistrement de la première installation, et ce fait doit être mentionné dans le certificat d'installation.

Mise en service des installations

Une fois toutes les procédures ci-dessus réalisées, le propriétaire de l'installation doit demander la fourniture d'énergie à l'entreprise fournisseuse, en présentant la copie correspondante du certificat d'installation.

L'entreprise fournisseuse peut procéder à tout contrôle qu'elle juge approprié. Si les valeurs d'isolation et les courants de fuite de l'installation ne sont pas corrects, comme indiqué dans le document ITC-BT-19, Installations intérieures ou réceptrices - exigences générales, l'entreprise fournisseuse ne pourra pas raccorder l'installation à ses réseaux. Dans ce cas, un procès-verbal des résultats des contrôles est établi et signé par l'exploitant. Ce rapport est porté à la connaissance de l'organe compétent de la Communauté autonome, qui prend les mesures appropriées.

4.4. Vérification et inspections ITC-BT-05.

Toutes les installations électriques doivent passer deux types de tests : d'une part, les contrôles préalables à la mise en service, qui permettent de s'assurer que les travaux de l'installateur agréé sont conformes aux normes d'exploitation et de sécurité, et, d'autre part, les inspections, qui sont effectuées par des organismes de contrôle pour vérifier que l'installation est apte à fonctionner.

Vérifications

Toutes les installations réglementées par le REBT doivent passer une vérification avant leur mise en service, qui sera effectuée par l'installateur autorisé qui a réalisé l'installation, avec la supervision, le cas échéant, du responsable du projet.

La vérification des installations avant la mise en service se compose de deux phases :

Vérification par examen

Cette vérification doit précéder la vérification par mesures ou essais et est normalement effectuée pour l'ensemble de l'installation lorsqu'elle est hors tension.

Une vérification par examen sera effectuée :

- Si l'équipement électrique installé est conforme aux exigences énoncées dans le projet ou le rapport technique.
- Si le matériel a été choisi et installé correctement selon les exigences du REBT et du fabricant.
- Qu'il n'y a pas de dommage visible sur le matériel qui pourrait affecter la sécurité.
- Les aspects qualitatifs suivants sont pris en compte :
 - L'existence de mesures de protection contre les contacts directs et indirects.
 - L'existence et le calibrage des dispositifs de protection et de signalisation.
 - La présence de barrières coupe-feu et d'autres dispositions visant à empêcher la propagation du feu, ainsi que la protection contre les effets thermiques.
 - L'utilisation de matériaux et de mesures de protection adaptés aux influences extérieures.
 - L'existence et la disponibilité de schémas, d'avertissements et d'informations similaires.
 - L'identification des circuits, fusibles, interrupteurs, bornes, etc.
 - L'exécution correcte des connexions des conducteurs.
 - Accessibilité pour faciliter le fonctionnement et l'entretien.

Vérification par mesure ou essai

Comme indiqué ci-dessus, les installations doivent passer les tests suivants :

- Mesure de la continuité des conducteurs de protection.
- Mesure de la résistance à la terre.
- Mesure de la résistance d'isolement des conducteurs.
- Mesure de la résistance d'isolation des sols et des murs, lorsque ce système de protection est utilisé.
- Mesure de la rigidité diélectrique.

En outre, d'autres mesures peuvent être prises pour assurer la protection contre les chocs électriques, telles que :

- Mesure des courants de fuite.
- Mesure de l'impédance de la boucle.
- Contrôle de l'intensité de déclenchement des différentiels.
- Vérification de la séquence des phases.

Normalement, pour les contrôles initiaux, les installateurs agréés disposent de fiches de vérification qui constituent un guide de référence pour les principaux points à contrôler. Une fiche de vérification pour le cas des logements est présentée ci-dessous.

Instalaciones en viviendas				
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple
4.3 Protección contra circuitos y sobre cargas al inicio de cada circuito.			9.4 Tomas de corriente: Volumen 2: Protegidas por MBTP (12V c.c. o 30V c.a.) Volumen 3: Protegidas por separación eléctrica, por MBTP o por diferencial con $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.	
4.4 Selección apropiada del dispositivo de protección de acuerdo con la sección del conductor: 1,5 mm ² » PIA: 10A max. 2,5 mm ² » PIA: 16A max. 4 mm ² » PIA: 20A max. 8 mm ² » PIA: 25A max. 10 mm ² » PIA: 32A max.			10. Mediciones.	
5. Protección contra sobretensiones, en su caso.			10.1 Resistencia de tierra:Ω.	
6. Características de los conductores.			10.2 Continuidad del conductor de protección: Terminales de tierra de las tomas de corriente Envolventes metálicas de receptores fijos Puntos de luz y placas metálicas de interruptores.	
6.1 Conductores aislados de tensión asignada mínima de 450/750 V.			10.3 Disparo de diferenciales por corriente residual.	
6.2 Sección mínima de los conductores activos: C ₁ y C ₂ Alumbrado: 1,5 mm ² . C ₃ , C ₄ , C ₅ y C ₁₀ Tomas de corriente 16A; 2,5 mm ² . C ₆ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico: 4 mm ² . C ₇ Desdoblado: 2,5 mm ² . C ₈ , C ₉ y C ₉ Horno, calefacción eléctrica y aire acondicionado: 6mm ² .			10.4 Resistencia de aislamiento (R _s) MBTP o MBTS » R _s ≥ 0,25 MΩ Un ≤ 500V » R _s ≥ 0,5 MΩ Otras diferencias y observaciones:	
6.3 Conductores de protección de la misma sección que los conductores activos.				
6.4 Conductores de tierra o línea de enlace con tierra: Con protección contra la corrosión: 16 mm ² Cu. Sin protección contra la corrosión: 25 mm ² Cu, 50 mm ² Fe.				

Inspections

Comme mentionné ci-dessus, des inspections seront effectuées par un organisme de contrôle afin de garantir la conformité réglementaire pendant toute la durée de vie des installations. Ces inspections peuvent être :

- Initiales, avant la mise en service des installations
- Périodiques.

Les inspections initiales sont effectuées une fois que les installations, leurs extensions ou leurs modifications importantes ont été exécutées et avant de soumettre la documentation nécessaire à l'organisme compétent de la Communauté autonome. Les installations suivantes doivent passer l'inspection initiale :

- a. Installations industrielles nécessitant un projet, dont la puissance installée est supérieure à 10 kW.
- b. Locaux publics.
- c. Locaux présentant un risque d'incendie ou d'explosion, classe I, à l'exception des garages de moins de 25 places.

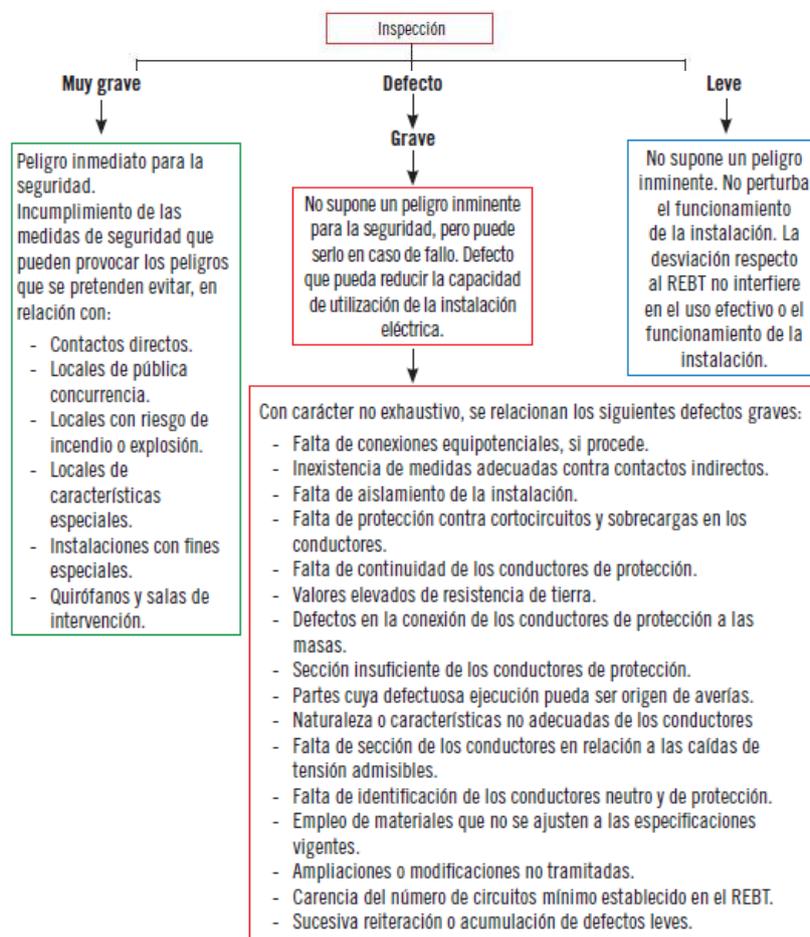
d. Salles d'eau dont la puissance installée est supérieure à 25 kW. e. Piscines dont la puissance installée est supérieure à 10 kW.

f. Blocs opératoires et salles d'opération.

g. Installations d'éclairage extérieur d'une puissance installée supérieure à 5 kW.

Procédure

Les organismes de contrôle effectueront les inspections conformément au REBT et en tenant compte du projet ou du rapport de conception technique. L'installateur agréé ou l'entreprise d'installation peut assister à l'inspection.



Au cours du contrôle, l'organisme de contrôle doit détecter les défauts que l'installation peut avoir, en les classant selon qu'il s'agit de défauts mineurs, graves ou très graves.

À l'issue du contrôle, l'organisme de contrôle délivre un certificat contenant les informations suivantes :

- Données identifiant l'installation.
- Liste des défauts avec leur classification.
- Évaluation de l'installation (favorable, conditionnelle ou négative).

4.5. Prévion des charges pour la fourniture de B.T. ITC-BT-08, ITC-BT-10.

L'ITC-BT-08 traite des systèmes de connexion du neutre et de la terre dans les réseaux de distribution, et n'est pas lié à la prévion de la charge d'une installation. C'est l'ITC-BT-10 qui traite de tout ce qui concerne la prévion de la charge pour l'approvisionnement en BT.

La prévion de la charge est une question importante, car elle permet de garantir une utilisation sûre des installations et d'anticiper les futures augmentations de puissance qui entraîneraient des modifications des installations. Les prévions de charge sont notamment utilisées pour dimensionner les réseaux de distribution et les centres de transformation. Dans le cas des installations de départ, la prévion de charge du bâtiment ou de l'exploitation agricole est utilisée pour dimensionner l'ensemble de l'installation de départ, du boîtier de protection générale (BPG) aux dispositifs généraux de contrôle et de protection.

Les lieux de consommation sont répartis en :

- Bâtiments destinés principalement à un usage résidentiel.
- Bâtiments commerciaux ou de bureaux.
- Bâtiments destinés à une industrie spécifique.
- Bâtiments destinés à une concentration d'industries.

Degré d'électrification et prévion de puissance dans les logements

Le degré d'électrification d'un logement fait référence au niveau d'utilisation qui doit être atteint par l'installation électrique. Une distinction est faite entre deux degrés d'électrification des logements :

- Électrification de base : celle qui est nécessaire pour couvrir les éventuels besoins d'utilisation primaire sans nécessiter de travaux d'adaptation ultérieurs.
- Électrification élevée : logements dont l'utilisation prévue des appareils ménagers est supérieure à l'électrification de base. Une électrification est élevée lorsqu'une des conditions suivantes est remplie :
 - Surface utile supérieure à 160 m².
 - Installation de la climatisation prévue.
 - Installation de chauffage électrique prévue.
 - Installation de systèmes d'automatisation prévue.
 - Installation de sèche-linge prévue.
 - Nombre de points lumineux supérieur à 30.
 - Nombre de prises de courant à usage général supérieur à 20.

Nombre de prises de courant dans les salles de bains et les cuisines auxiliaires supérieur à 6.

Une fois les degrés d'électrification définis, le tableau suivant précise les paliers de puissance

Electrificación	Potencia (W)	Calibre IGA (A)
BÁSICA	5.750	25
	7.360	32
ELEVADA	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

prévus dans les alimentations monophasées des logements.

Le promoteur, le propriétaire ou l'utilisateur du bâtiment détermine, en accord avec l'entreprise fournisseuse, la puissance à fournir qui, comme on peut le constater, ne doit pas être inférieure à 5 750 W à 230 V pour chaque logement.

Charge totale d'un bâtiment destiné principalement à un usage résidentiel

La charge totale d'un bâtiment destiné principalement à des logements est égale à la charge correspondant à l'ensemble des logements plus la charge correspondant aux services généraux du bâtiment, plus la charge correspondant aux locaux commerciaux, plus la charge correspondant aux garages qui font partie du bâtiment.

$$P_{\text{prevista}} = P_{\text{viviendas}} + P_{\text{servicios generales del edificio}} + P_{\text{locales comerciales}} + P_{\text{garage}}$$

Charge correspondant à un groupe de logements

Il est logique de supposer que, dans un groupe de logements, il est rare que tous les logements consomment leur puissance maximale prévue en même temps. Pour cette raison, des coefficients de simultanéité sont appliqués lors du calcul de la puissance attendue pour un groupe de logements. La charge correspondant à un groupe de logements sera obtenue en multipliant la moyenne arithmétique des puissances maximales prévues dans chaque logement par le coefficient de simultanéité indiqué dans le tableau suivant, en fonction du

N° viviendas (n)	Coefficiente de simultaneidad (c)
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2

nombre de logements.

N° viviendas (n)	Coefficiente de simultaneidad (c)
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7

Frais de services généraux

La puissance prévue pour les services généraux du bâtiment comprend la puissance prévue pour les ascenseurs, les monte-charges, les installations de chauffage et de refroidissement, les groupes de pression, l'éclairage du hall d'entrée, des cages d'escalier et des espaces communs et, en général, tout service électrique commun à l'ensemble du bâtiment, sans appliquer aucun type de coefficient de simultanéité.

Pour les monte-charges, on peut utiliser les valeurs typiques indiquées dans la norme de la technologie du bâtiment pour les installations de transport - ascenseurs, NTE-ITA. Ces valeurs sont indiquées dans le tableau suivant.

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Pour l'éclairage du hall d'entrée, de la cage d'escalier et des parties communes, les valeurs suivantes peuvent être estimées à partir du tableau ci-dessous.

Localización	Tipo de lámpara	Potencia (w/m ²)
Portal y espacios comunes	Incandescente	15
	Fluorescente	8
Caja de escalera	Incandescente	7
	Fluorescente	4

Taxe pour les locaux commerciaux et les bureaux

La puissance prévisionnelle des locaux commerciaux et des bureaux est calculée en considérant un minimum de 100 W/m², avec un minimum de 3 450 W à 230 V par local et sans coefficient de simultanéité.

Taxe sur les garages

Les besoins en énergie des garages dépendent du fait qu'ils soient ventilés de manière naturelle ou forcée. Ces valeurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tipo de ventilación	Potencia (W/m ² y planta)
Natural	10
Forzada	20

Un minimum de 3.450 W à 230 V et sans coefficient de simultanéité sera toujours considéré.

Charge totale pour les bâtiments commerciaux, les immeubles de bureaux ou les bâtiments utilisés pour une ou plusieurs industries

Dans ces cas, la demande de puissance déterminera la charge à prévoir, sans jamais être inférieure aux valeurs du tableau suivant.

Tipo de edificio	Potencia (W/m ²)	Mínimo (W)
Comerciales o de oficinas	100	3.450 W a 230 V
Destinados a concentración de industrias	125	10.350 W a 230 V

ANNEXE

Prévention des risques dans le montage et la maintenance des installations électriques.

Risques électriques.

1.1. Types d'accidents électriques.

L'électricité est un type d'énergie qui nous entoure quotidiennement sur nos lieux de travail et à la maison, mais les gens ne sont pas toujours conscients des dangers qui peuvent être associés à son utilisation et à sa consommation.

Un accident électrique est un choc ou une décharge qui se produit à partir des conducteurs qui transportent l'énergie électrique et qui peut ou non causer des dommages aux personnes qui travaillent avec elle ou qui la consomment au moyen d'une machine spécifique.

La tension électrique couramment consommée dans l'industrie (380 ou 400 V) et dans les bâtiments et logements (230 V) est très dangereuse en cas de contact direct ou indirect, pouvant même entraîner la mort si la durée de contact, les caractéristiques personnelles et les conditions environnementales se combinent efficacement.

L'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) au travail contribuera à faire en sorte que les accidents de contact (s'ils se produisent) aient peu ou pas de conséquences. Les dispositifs de

protection que les installations électriques sont obligées d'avoir selon le Règlement électrotechnique de basse tension (REBT), fera une ouverture dans le circuit électrique, empêchant l'électricité de passer par le corps humain et que celui-ci devienne un autre conducteur vers la fuite de la tension à la terre.

Le décret royal 614/2001, du 8 juin 2001, relatif aux dispositions minimales pour la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques électriques, est la base juridique qui régit la sécurité minimale dont les travailleurs doivent disposer sur leur lieu de travail.

Les risques découlent de l'utilisation de l'électricité lorsque :

1. Une personne peut devenir une partie du circuit électrique.
2. Lorsqu'il se trouve dans un circuit électrique non protégé, il y a une surcharge électrique et il s'échauffe.
3. Lorsque des arcs ou des étincelles se produisent.

Les contacts directs se produisent lorsque la personne touche des éléments de l'installation électrique ou des parties d'équipements et d'installations sous tension.

Dans ces contacts, deux cas peuvent être distingués :

1. Lorsque la personne touche avec une partie quelconque de son corps un élément sous tension, le courant électrique circule entre le point de contact du corps et la terre, provoquant un passage et une fuite d'électricité.
2. Lorsque deux ou plusieurs conducteurs, entre lesquels il existe une différence de potentiel ou une tension, se touchent en même temps. Dans ce cas, la plupart de l'électricité circule entre les parties du corps qui touchent les parties sous tension, et une partie peut également circuler vers la terre.

Les contacts indirects se produisent lorsqu'une personne entre en contact avec les masses métalliques d'équipements et d'installations mis accidentellement sous tension, en raison d'un défaut ou d'une défectuosité du système d'isolation des conducteurs qui transportent l'électricité, et des éléments qui consomment l'électricité.

Les principales blessures ou dommages causés par le courant électrique au corps humain, à la suite d'un accident électrique, sont entre autres :

- Brûlures internes et externes.
- Embolies.
- Brûlures par arc électrique.
- Lésions oculaires dues à des explosions de gaz ou de vapeurs.
- Décès dû à une fibrillation.
- Mort par asphyxie.

La prévention pour éviter le contact et donc les blessures se fera par la séparation par la distance, l'interposition d'obstacles et le recouvrement des parties sous tension des circuits électriques.

Les méthodes de protection pour les contacts directs ou indirects sont définies dans l'ITC-BT-24 du règlement REBT, et sont appliquées :

1. Isolation des parties sous tension (conducteurs).
2. Au moyen de barrières ou d'enceintes (machines).
3. Protection par des barrières (d'accès).
4. Protection par une protection hors d'atteinte à distance (séparation physique).
5. Protection supplémentaire par des dispositifs différentiels (à partir de dispositifs de protection qui ouvrent le circuit).

Risques électriques

Le risque électrique est toujours latent autour des personnes, non seulement pour celles qui travaillent avec l'électricité, mais aussi dans les maisons où elles vivent. Il est très courant de le consommer, perdant ainsi le respect nécessaire à son égard.

La prévention des contacts électriques directs ou indirects est une tâche éducative, car les protections que les installations sont tenues d'avoir aujourd'hui peuvent échouer ou ne pas exister dans le cas d'installations anciennes.

Les personnes à leur domicile sont donc exposées aux accidents électriques. Les conséquences sont graves si elles sont subies au maximum, voire mortelles.

Les éléments qui déterminent les accidents électriques vont de la négligence ou de l'oubli des règles de base, de l'ignorance ou de l'erreur, du manque de vigilance dans l'utilisation ou encore du fait de personnes sans les connaissances nécessaires, qui manipulent les installations.

Il existe des installations électriques qui peuvent être temporairement dangereuses et d'autres qui sont définitivement dangereuses en raison d'un contact direct ou indirect. Il faut savoir que 15 % des accidents électriques sont mortels, que 30 % des congés de maladie sont dus à des accidents électriques et 1 % des invalidités permanentes.

Dans les entreprises impliquées dans la production, le transport, la distribution et la commercialisation de l'électricité, 50% des personnes blessées à cause d'un choc électrique sont décédées, avec un total de 3% des décès liés au travail.

Facteurs influençant l'effet électrique

Dans un accident du travail ou ménager, pour qu'il y ait préjudice, il faut toujours qu'il y ait un risque potentiel, imminent ou non, dû à des facteurs entourant le risque qui font que ce dernier se manifeste.

Au contact de l'électricité, le corps humain se comporte comme une partie du circuit, avec une résistance corporelle, à une certaine tension et avec une certaine quantité d'intensité de courant qui le traverse.

La loi d'Ohm, déjà connue, met en relation ces trois variables :

$$V \text{ (Tensión)} = I \text{ (Intensidad)} \times R \text{ (Resistencia)}$$

Les facteurs influençant l'effet électrique sont, outre la tension, l'intensité et la résistance mentionnés ci-dessus, le temps pendant lequel la personne blessée fait partie du circuit électrique.

1. La tension à laquelle se trouve le circuit électrique est la variable qui influence le plus la gravité des blessures causées par le contact électrique, puisque la résistance du corps humain se situe entre 1 000 et 2 000 Ω (ce qui est faible), une tension élevée produirait une intensité élevée et une grande chaleur. La chaleur, due à la forte intensité générée dans un circuit électrique sous tension, peut provoquer des accidents de brûlure très graves, dans lesquels, en un instant, la partie du corps qui est en contact direct est détruite ou carbonisée.
2. L'intensité peut provoquer des contractions musculaires entraînant l'incapacité de séparer, par exemple, la main de la zone de contact, des brûlures, une augmentation de la pression sanguine, un arrêt des muscles respiratoires, une fibrillation ventriculaire du cœur et l'asphyxie.

3. La résistance est une variable qui dépend également de l'état de la personne qui entre en contact avec l'électricité. Le contact avec la peau humide et les pieds nus (10 000 Ω) n'est pas le même que le contact avec des chaussures de sécurité industrielles, isolées sur des surfaces de travail sûres. Les caractéristiques de la peau, qu'elle soit fine, normale ou rugueuse (500 Ω) jouent aussi un rôle.
4. Temps de contact. Les conséquences des accidents électriques dépendent toujours du temps de contact, de sorte que la gravité augmente avec le temps.

1.2. Contacts directs :

La différence de potentiel ou la tension qui existe entre deux conducteurs dans un circuit électrique est ce qui fait circuler les électrons à travers celui-ci, de sorte qu'il y aura toujours un danger ou un risque d'accident lorsqu'ils sont à proximité. En cas de contact, le courant est dévié par la résistance fournie par la personne, ce qui force les électrons à emprunter un chemin différent de celui qu'ils empruntent normalement.

Pour cette raison, dans les contacts directs, il y a une décharge à travers le corps humain d'électrons, qui cherchent un passage à travers celui-ci pour trouver un point de potentiel inférieur ou circuler à l'intérieur de la personne qui devient une partie du circuit.

La partie active d'une installation électrique est l'ensemble des conducteurs qui véhiculent l'électricité, ainsi que les parties métalliques (conducteurs) qui constituent les appareils de consommation et de commande. Une tension électrique doit être présente pour que ces pièces soient en danger.

1.2.1. Contact direct avec deux conducteurs actifs d'une ligne.

Dans les installations électriques, il y a toujours au moins des conducteurs de phase (F) et de neutre (N), et il peut y avoir jusqu'à 5 conducteurs (3 phases + 1 neutre + 1 protection).

Entre ces fils conducteurs, il existe une différence de potentiel qui, comme nous l'avons mentionné plus haut, provoque un déplacement des électrons le long de ceux-ci.

Lorsqu'une personne entre en contact avec deux conducteurs actifs (sous tension) de potentiel différent, l'électricité traverse le corps, les rapprochant de telle sorte qu'elle peut provoquer des accidents très graves, voire la mort, en traversant la poitrine et le cœur.

La tension entre une des phases et le neutre est de 230 V, tandis qu'entre les phases, elle sera de 380 ou 400 V.

Ce choc sur le cœur, à une tension beaucoup plus élevée que celle normalement présente dans le corps humain, produit une accélération instantanée qui provoque sa défaillance. Le temps de contact est considéré comme essentiel pour évaluer la gravité de l'accident par contact direct.

1.2.2. Contact direct entre un conducteur de ligne active et la terre ou la masse.

Dans ce cas, contrairement au précédent, le courant électrique traverse le corps humain à la recherche d'un chemin qui se trouve à un potentiel électrique inférieur, comme la terre. Lorsque la main entre en contact avec l'une des phases, à condition que le conducteur neutre

soit mis à la terre dans l'installation, les électrons passent du bras aux pieds en passant par le corps, ce qui n'est pas aussi dangereux qu'en cas de contact avec deux conducteurs, car les tensions sont plus faibles (230 V au lieu de 380 ou 400).

Cependant, les accidents peuvent être très graves, voire mortels en raison d'un arrêt cardiaque, mais ils peuvent être maîtrisés grâce à une protection adéquate des chaussures et des surfaces sur lesquelles le travailleur se trouve ou marche.

1.2.3. Décharge par induction.

La propriété la plus importante de l'électricité est son magnétisme, car lors de son passage, un champ magnétique est généré dans le conducteur et influence le conducteur qui l'entoure.

Grâce à cette propriété, il est possible de produire de l'électricité dans des centrales électriques, dans lesquelles le conducteur en forme de bobine tourne à l'intérieur d'un aimant permanent.

La valeur du champ magnétique que possède chaque conducteur dépend de la tension à laquelle il transporte l'électricité. C'est pourquoi, dans les systèmes de distribution à haute tension, les câbles conducteurs sont posés séparément sur les pylônes, à une distance sûre les uns des autres, afin que les champs magnétiques ne s'influencent pas mutuellement.

Pour cette raison, la décharge électrique par induction chez les personnes ne nécessite pas de contact direct avec les conducteurs, de sorte qu'un arc électrique peut être reçu à travers l'air lorsqu'il se trouve dans la zone d'influence du champ magnétique.

1.3. Protection contre le contact direct :

Le contact direct se produit lorsque la personne, en touchant les conducteurs dans lesquels circule le courant électrique, devient partie intégrante du circuit électrique, de sorte que le courant traverse son corps en cherchant un chemin de potentiel inférieur, comme la terre.

L'Instruction Technique Complémentaire ITC-BT-24 ainsi que son Guide-BT décrivent les méthodes de protection à utiliser pour éviter le contact direct.

Le premier stade est toujours l'éducation, une compréhension claire du fait que l'électricité, bien qu'elle soit notre compagne dans presque toutes les situations quotidiennes, peut provoquer des accidents très graves.

La protection contre le contact direct peut être réalisée de trois manières, allant de l'isolation des parties actives ou au moyen de barrières d'enceinte, à la protection par interposition à distance ou par obstacle, sans oublier qu'une protection complémentaire peut être installée au moyen de dispositifs de détection de tension différentielle et de courant résiduel, fuyant à travers l'installation de mise à la terre.

Si la personne, bien qu'essayant intentionnellement, n'atteint pas physiquement les parties actives, les contacts directs seront totalement réduits, en étant éloigné du danger.

Un courant différentiel de 30 milliampères (mA) est considéré comme la valeur maximale admissible pour les éléments de protection, qui complètent les mesures de protection contre les contacts directs, qui sont les plus importantes.

1.3.1. Éloignement entre les parties actives.

Les parties sous tension doivent être recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée qu'en la détruisant. Les matériaux plastiques sont le plus souvent utilisés comme gaines pour la protection des câbles conducteurs, car ils ont un poids léger, offrent une isolation complète et un certain niveau d'élasticité.

Les peintures, vernis, laques et produits similaires ne sont pas considérés comme constituant une isolation suffisante dans le cadre de la protection contre le contact direct.

Une autre méthode consiste à insérer des barrières ou des enveloppes dans les éléments qui font partie des installations électriques, de manière à ce que le contact direct ne puisse pas se faire, à moins que l'enveloppe qui a été réalisée ne soit retirée de manière absolument intentionnelle. Une mesure efficace pour éliminer ce type de contact consiste à s'assurer que seules les parties actives de l'installation sont accessibles à l'aide d'un outil approprié.

Les parties accessibles simultanément, qui sont à des tensions différentes, ne doivent pas se trouver dans le volume d'accessibilité. Ce volume est défini comme le volume autour des lieux où les personnes peuvent se déplacer ou séjourner, et dont les limites ne peuvent être atteintes à la main sans l'aide de moyens auxiliaires. Ce volume d'accessibilité est limité selon l'image, S étant la surface qui peut être occupée par des personnes.

1.3.2. Interposition d'obstacles.

Une autre méthode consiste à placer une sorte d'obstacle sur le chemin et à empêcher tout contact direct avec l'électricité par accident, ce qui constitue la méthode suivante pour assurer une protection adéquate des personnes, et de leurs animaux domestiques dans le cas des bâtiments résidentiels. Même si les parties sous tension sont à de faibles tensions de sécurité, cela garantit qu'aucun choc électrique ne se produira pas en cas de contact accidentel. La tension de sécurité est de 24V.

Les obstacles peuvent être formés par des grilles, des cloisons, des écrans, des couvertures isolantes, des boîtes spéciales. Ils doivent avoir une résistance structurelle adéquate et être fixés à un support de manière appropriée.

Disposer d'un cadenas ou d'une clé qui garantit que personne en dehors de l'installation ne peut établir le courant électrique (intentionnellement ou accidentellement) est une méthode très sûre et procure une certaine tranquillité d'esprit à la personne qui travaille sur l'installation.

1.3.3. Revêtement des parties actives.

La mesure la plus appropriée est de s'assurer que les éléments de l'installation, tels que les conducteurs dans lesquels circule l'électricité, sont entièrement isolés afin qu'il n'y ait pas de contact direct.

Si l'on veille également à ce que cette barrière isolante ne puisse être éliminée autrement qu'en la détruisant, sa fonction est renforcée.

D'autres mesures complémentaires peuvent être ajoutées à ce qui précède, telles qu'éviter l'utilisation de conducteurs nus sans gaine isolante, ainsi que le remplacement progressif des fusibles à plomb par des appareils de protection du type magnétothermique.

1.4. Contacts indirects :

Le contact indirect se produit lorsque la personne devient une partie du circuit électrique, en raison du contact avec des masses métalliques sous tension ou non fonctionnelles. Le courant électrique traverse également le corps de la personne à la recherche d'un point de plus faible potentiel (terre).

Comme dans le cas des contacts directs, l'Instruction Technique Complémentaire ITC-BT-24 ainsi que son Guide-BT décrivent les méthodes de protection à utiliser pour éviter les contacts indirects.

Dans de nombreuses occasions, l'interposition d'obstacles et le parfait état de toutes les parties et éléments qui composent une installation électrique ne peuvent pas être pleinement réalisés. C'est là que les protections entrent en jeu au moyen de dispositifs qui ouvrent le circuit dans les situations où l'on détecte qu'une surintensité s'est produite, ou qu'une différence de tension s'est produite en raison de courants de fuite à la terre.

Les mesures de protection contre les contacts indirects vont de la mise à la terre des masses métalliques des appareils de consommation, comme l'utilisation d'une double isolation, à l'utilisation d'appareils à tension de sécurité ou d'interrupteurs différentiels, sans oublier que les circuits peuvent être séparés au moyen de transformateurs qui isolent les différents conducteurs.

1.4.1. Mise à la terre des masses.

La mise à la terre des masses consiste à relier physiquement toutes les parties métalliques des appareils de consommation, des boîtiers, des bancs, des outils et des paratonnerres en un point de l'installation et à les faire passer par un conducteur de protection en cuivre, qui se termine par un élément appelé électrode, relié à la terre (masse).

Grâce à cette installation de mise à la terre, on évite l'apparition de différences de tension dangereuses, donnant lieu à des courants de fuite du bâtiment industriel, de l'immeuble, de la maison ou du local, ainsi qu'à des décharges électriques qui proviennent d'orages avec de mauvaises conditions atmosphériques et qui entrent par le paratonnerre.

Les conducteurs de protection des lignes de terre doivent être en cuivre, avec les mêmes caractéristiques d'isolation que les conducteurs actifs et doivent passer par les mêmes conduits que les lignes d'alimentation générale et les dérivations individuelles.

Les sections des conducteurs de protection, qui se connectent directement aux masses et équipements installés, et qui sont connectés aux lignes descendant vers la fondation (ligne de terre principale). Ils sont les suivants :

Dans le tableau général de distribution (TGD), des bornes ou des plaques doivent être prévues pour la connexion des conducteurs de protection de l'installation intérieure, avec la dérivation de la ligne principale de terre.

Dans les installations électriques, après la centralisation des compteurs, les différentes lignes individuelles des appareils consommateurs triphasés ou monophasés sont distribuées.

Depuis les appareils consommateurs de chaque ligne individuelle, les conducteurs de protection retournent à la boîte de jonction et au piquet de terre, qui sera enfoncé dans le sol.

L'arrêt automatique de l'installation est la meilleure assurance que l'on puisse obtenir en utilisant des éléments de protection pour les contacts indirects, qui sont toujours obligatoires dans toutes les installations.

En règle générale, l'installation doit être reliée au réseau de terre afin de pouvoir détecter instantanément, au moyen de l'interrupteur différentiel (ID), la présence d'un courant de fuite.

Équipement avec des tensions de sécurité

Cette mesure de protection consiste à utiliser de petites tensions de sécurité dans certains appareils de consommation afin d'éviter un accident par choc électrique en cas de contact direct ou indirect.

Ce système peut être encombrant et même peu rentable, mais il est si sûr qu'il dispense de l'utilisation d'autres types de dispositifs de protection contre le contact indirect.

Les alimentations basse tension de 24 V sont utilisées dans les « pièces humides », comme spécifié dans le règlement électrotechnique basse tension (REBT). Elle indique également que des alimentations de 50 V peuvent être utilisées dans des pièces sèches.

Des exemples d'équipements utilisant ces basses tensions de sécurité sont les outils électriques, les lampes portables, les appareils de coiffure, les jouets à moteur électrique, dans certains travaux de construction de chaudières sous pression, de conteneurs ou de réservoirs métalliques, de conduites d'eau, ainsi que dans la plomberie et le chauffage.

Séparation des circuits

Cette méthode de protection consiste à séparer physiquement et efficacement les conducteurs qui parcourent les lignes des installations au moyen de transformateurs. Tous les conducteurs, les conducteurs de phase, le conducteur neutre (retour du courant) et même le conducteur de protection (jaune-vert entrelacé) sont maintenus isolés de la terre.

Cette méthode, comme dans le cas précédent, dispense de l'utilisation d'autres types d'équipements de protection contre les contacts indirects.

Cette méthode est utilisée dans les travaux de chaudronnerie de réservoirs, la construction de structures métalliques et navales, et en général, dans les travaux qui sont effectués avec de grandes masses métalliques dans lesquels les travailleurs sont continuellement en contact avec la masse métallique de l'élément sur lequel ils travaillent.

1.4.2. Double isolation.

Il s'agit de renforcer l'isolation protectrice au moyen de matériaux spécifiques qui ne se détériorent pas, ou très peu, dans le temps. Elle s'effectue sur des conducteurs et des masses métalliques accessibles aux personnes.

Tous les appareils à double isolation doivent être équipés du conducteur de protection (jaune-vert entrelacé).

Il s'agit par exemple d'appareils ménagers tels que les mixeurs, les centrifugeuses, les moulins à café ou à céréales, les équipements électroniques de bureau, les petits outils à main portables, les lampes d'atelier et, surtout, les tableaux de distribution d'où partent les dérivations des circuits consommateurs dans les installations électriques.

1.4.3. Interrupteur différentiel.

L'ID (interrupteur différentiel) est l'élément qui est monté en série dans les installations électriques pour détecter les différences de tension qui peuvent apparaître entre les phases ou entre la phase et le neutre, de sorte qu'il agit sur l'installation en ouvrant sa continuité ou son fonctionnement. Il s'agit d'un élément de protection à contact indirect très sensible pour détecter les courants de fuite qui sont déviés vers la terre.

Le disjoncteur différentiel combiné à la ligne de mise à la terre détecte les courants indésirables et ouvre le circuit, protégeant ainsi contre les contacts.

L'avantage le plus important est que son fonctionnement est totalement indépendant de la quantité d'électricité consommée, car il ne fait que des comparaisons entre une phase et le neutre, ou entre les phases.

La sensibilité des interrupteurs différentiels est de 0,03 A, ou 30 mA, bien que pour des utilisations autres que les installations électriques, ils puissent être encore plus sensibles.

Ils disposent également d'un bouton qui effectue un test pour vérifier qu'ils fonctionnent correctement.

Logiquement, l'interrupteur différentiel est placé avant les différents circuits de la dérivation individuelle, de sorte qu'il les protège tous en même temps. La comparaison des tensions s'effectue à l'entrée et à la sortie générale de l'installation électrique.

Dans le tableau général de distribution (TGD), on peut observer la position de l'interrupteur différentiel, qui se trouve après la dérivation individuelle (DI), l'interrupteur de contrôle de puissance (ICP), l'interrupteur général automatique (IGA) et avant les interrupteurs automatiques (IA) de type magnétothermique, qui sont à la tête des différents circuits distribués dans l'installation interne de l'industrie, du bâtiment, du logement ou des locaux communs ou privés.

1.5. Action en cas d'accident.

Le chapitre 3 de ce manuel indique les mesures à prendre, de manière générique, en cas d'urgence et d'évacuation en cas d'accident. Il est maintenant complété par l'indication des mesures à prendre en cas d'accident électrique.

Tout d'abord, il est important de distinguer les effets du courant alternatif et du courant continu sur la gravité des blessures.

Le courant continu (cc) n'est généralement pas aussi dangereux que le courant alternatif (ca) et, bien qu'il puisse produire les mêmes effets, il nécessite un débit d'intensité plus élevé et un temps de contact plus long.

Au sein du courant alternatif, il faut distinguer les courants de haute fréquence (HF) et de basse fréquence (BF). Les premiers sont moins dangereux que les seconds, le niveau de sécurité augmentant avec la fréquence.

Les facteurs pris en compte pour évaluer la gravité de l'accident électrique sont les suivants :

- Valeur de l'intensité actuelle.
- Résistance électrique du corps de la victime.
- Tension ou tension produite au niveau du contact (haute ou basse tension).
- La zone du corps traversée par le courant électrique.
- La capacité de réaction de la personne blessée elle-même.

Lorsqu'un choc électrique se produit chez une personne, des étapes ordonnées doivent être suivies pour soigner la personne blessée :

1. Coupez le courant électrique, éliminant ainsi le risque d'un nouveau choc pour les personnes secourues, au moyen d'interrupteurs automatiques ou en court-circuitant le réseau.
2. Vérifiez à l'aide d'un tuyau qu'il n'y a pas de risque de choc électrique entre la victime et le secouriste.
3. Séparez la victime des câbles conducteurs, en l'isolant du courant électrique.
4. Effectuez une réanimation cardiorespiratoire ainsi qu'un massage cardiaque pour tenter de remettre la victime sur pied et lui sauver la vie.
5. N'oubliez pas d'appuyer sur le signal d'alarme, d'informer rapidement les employés proches de l'accident et de prévenir les équipes d'urgence internes ou externes.

1.6. Normes de sécurité :

Comme indiqué tout au long de ce chapitre, la sécurité au moment de travailler ou de se trouver à proximité de fils ou de masses métalliques est la règle fondamentale, et la santé peut être maintenue si, en plus de la prudence, il existe des mesures passives appropriées pour isoler les conducteurs des circuits électriques.

On considère que les installations électriques à basse tension sont celles dans lesquelles la tension ne dépasse pas 1 000 V, dans les installations industrielles elle peut atteindre 660 V

dans certains cas lors du démarrage des moteurs triphasés, 230 V étant la tension consommée dans les bâtiments résidentiels.

Les normes de sécurité, en général, sont les suivantes :

1. Avant de commencer toute intervention sur les conducteurs des installations électriques, il est toujours nécessaire d'identifier clairement s'ils appartiennent à la phase, au neutre ou à la protection, car les conséquences d'un contact avec chacun d'eux peuvent varier considérablement.
2. L'utilisation d'aides métalliques non isolées est strictement interdite, car elles peuvent constituer un pont pour le passage de l'énergie électrique, en contactant la personne qui effectue l'opération sur l'installation.
3. Les travaux électriques dans les locaux où se trouvent des matières explosives ou inflammables doivent être effectués sans tension sur les lignes, vérifiée au moyen d'un appareil de mesure électrique.
4. Le risque que représente le contact de conducteurs électriques sous tension avec des éléments métalliques (tuyaux) dans les installations de plomberie ou de chauffage doit être évité au moyen d'écrans isolants.
5. Pour les travaux dans des zones humides ou poussiéreuses, l'opérateur doit se tenir sur des matériaux isolants qui ne sont pas exposés à ces conditions pendant le stockage.

En général, il est recommandé de toujours effectuer les travaux sur les conducteurs hors tension (déconnectés), de ne pas dénuder les conducteurs et de les faire passer à des distances de sécurité adéquates des cours d'eau et des installations de plomberie et de drainage.

Pour les équipements ayant une tension de sécurité (24 V), la mise à la terre n'est pas nécessaire, car cette tension n'est pas dangereuse pour le contact humain. En revanche, lors de travaux sur des lignes de transmission à moyenne et haute tension, des mesures de sécurité sont strictement nécessaires et les travaux sur ces lignes ne doivent être effectués que par un opérateur expérimenté.

1.6.1. Travaux sans tension.

Il s'agit de la mesure de sécurité la plus efficace pour éviter que les installations électriques ne causent des accidents par choc électrique aux personnes, mais pour être absolument sûr qu'il n'y a pas de tension sur les lignes, il faut suivre des règles clairement définies :

1. Coupez tous les interrupteurs principaux et partiels ainsi que les sectionneurs qui font passer le courant électrique dans les conducteurs.
2. Mettez à la terre et court-circuitez toutes les sources de tension possibles qui font partie du circuit électrique.
3. Assurez-vous, au moyen d'appareils de mesure des grandeurs électriques (ohmmètre, voltmètre, ampèremètre ou multimètre), qu'il n'y a pas de tension sur les lignes avant d'effectuer des travaux sur celles-ci.

4. N'apportez aucune modification à l'alimentation électrique (réalimentation) avant d'avoir terminé tous les travaux de l'installation, en verrouillant si possible la position de mise hors tension.
5. Placez des panneaux de sécurité, tels que des panneaux d'avertissement et/ou d'interdiction d'accès, pour les personnes qui ne sont pas impliquées dans les travaux électriques en cours.

Il ne faut pas oublier qu'au cours d'un travail hors tension, l'opérateur pensera toujours qu'il est à l'abri d'un choc, de sorte que le fait de ne pas suivre chaque règle engendrerait une situation très dangereuse et hors de contrôle.

1.6.2. Travaux sous tension.

Évidemment, lorsque le risque est éliminé, l'accident l'est aussi, de sorte qu'en effectuant un travail sans tension, la sécurité de l'opérateur est maximisée.

Parfois, cependant, il n'est pas possible de couper le circuit sur lequel le travail doit être effectué, de sorte que des mesures de sécurité supplémentaires doivent être prises pour éviter le grand risque de contact avec la tension du circuit.

La pose d'un isolant électrique sur le sol dans les lieux de travail sous tension, qu'il s'agisse de tapis, de moquettes ou de bancs en bois ou isolés et d'échelles sur leurs pieds, sont des mesures généralement acceptées, mais c'est surtout l'utilisation d'outils de sécurité parfaitement isolés du passage du courant qui augmente la protection.

Les protections individuelles telles que les casques, les gants et les vêtements isolants seront abordées plus loin. Il s'agit de ce que l'on appelle les équipements de protection individuelle (EPI), qui, associés aux mesures de protection collective, assurent un niveau élevé de sécurité au travail lorsqu'ils sont utilisés correctement.

Dans le cas particulier de l'installation d'un compteur recevant du courant de la ligne d'alimentation générale (LAG), pour un bâtiment, un logement, un local ou une industrie, outre l'utilisation des EPI correspondants, il est nécessaire de vérifier que la correspondance des bornes d'entrée et de sortie est correcte, en vérifiant également que l'installation ultérieure, que ce soit celle du logement ou du local, est court-circuitée.

1.6.3. Équipement de sécurité.

Par matériaux de sécurité, on entend ceux utilisés dans les conducteurs et dans les différents dispositifs de protection qui doivent faire partie des installations elles-mêmes pour la protection des personnes, ainsi que les matériaux dont doivent être constitués les équipements utilisés pour préserver la santé des opérateurs dans le montage et la distribution des réseaux électriques dans les installations industrielles, les bâtiments, les logements et les locaux.

Matériaux des installations

Les équipements et matériaux à utiliser dans les installations électriques, en général, sont définis à l'article 6 du REBT, qui stipule que :

1. Ils doivent être utilisés de la manière et aux fins pour lesquelles ils ont été fabriqués. En particulier, les équipements et les matériaux doivent être accompagnés des indications nécessaires à leur installation et à leur utilisation correctes, et doivent être marqués des indications minimales suivantes :

a. Identification du fabricant, du représentant légal ou de la personne responsable de la mise sur le marché.

b. Marque et modèle.

c. Tension et puissance (ou intensité) nominales.

d. Toute autre indication concernant l'utilisation spécifique du matériel ou de l'équipement, attribuée par le fabricant.

2. Les organismes compétents des Communautés autonomes vérifient le respect des exigences techniques des matériaux et équipements soumis au présent règlement. La vérification peut être effectuée sur la base d'un échantillon.

Les matériaux des installations électriques peuvent subir des surintensités et des surtensions causées par le raccordement d'un très grand nombre d'appareils consommateurs qui génèrent un courant élevé et de la chaleur, dans le premier cas, ou par des défauts d'isolation des conducteurs, dans le second cas, ce qui produit une situation d'absence de résistance entre la phase et le neutre.

Dans l'Instruction Technique Complémentaire ITC-BT-22 du Règlement électrotechnique basse tension (REBT), les mesures de protection contre les intensités pour les installations électriques, qui peuvent être causées par des surcharges et/ou des courts-circuits et/ou des décharges atmosphériques, sont incluses.

- Pour les surcharges, des dispositifs de coupure omnipolaire (interrupteur automatique) ou des fusibles à usage unique ou magnétothermiques de type automatique doivent être utilisés dans chacun des circuits de dérivation à l'intérieur des logements ou des locaux.
- Pour la protection contre les courts-circuits, on utilise un interrupteur différentiel (ID) qui, comme mentionné ci-dessus, compare en permanence la différence de tension entre la phase et le neutre, ou entre les phases de l'installation.

Dans l'Instruction Technique Complémentaire ITC-BT-23 du Règlement REBT, les mesures de protection contre les surtensions pour les installations électriques sont incluses. Ces surtensions proviennent de la foudre, de la commutation et des défauts du réseau, qui sont distribués sur les réseaux de liaison et atteignent les installations industrielles, les bâtiments, les logements et les locaux.

La solution la plus appropriée est d'installer un réseau de mise à la terre reliant toutes les pièces et tous les équipements métalliques utilisés dans les installations générales et privées.

Il existe 4 catégories pour classer les surtensions :

Categoría I	Ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc
Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.	
Categoría II	Electrodomésticos , herramientas portátiles y otros equipos similares
Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija	
Categoría III	Armarios de distribución embarrados, aparata (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...),etc
Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad	
Categoría IV	Contadores de energía, aparatos de teled medida, equipos principales de protección contra sobrecargas, etc...
Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad	

Le choix des matériaux de l'installation doit être conforme aux normes spécifiées dans le document ITC-BT-23, qui indique la tension de résistance aux chocs en kilovolts, en fonction de

Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS DE LA INSTALACIÓN		
	Sistemas monofásicos	Sistemas trifásicos	
		230	230/400
Categoría I	1,5	1,5	2,5
Categoría II	2,5	2,5	4
Categoría III	4	4	6
Categoría IV	6	6	8

la tension nominale de l'installation en question.

Sécurité lors du montage des installations

L'utilisation de protections individuelles et collectives pendant les travaux de montage est la première étape pour garantir que les accidents ne se produisent pas ou, s'ils se produisent, qu'ils aient le moins de conséquences possibles pour les opérateurs et les installations à monter.

Les mesures de sécurité sont donc d'une importance capitale, car dans le cas de l'électricité, comme on le sait, elle est très dangereuse si elle traverse le corps humain car elle produit de fortes contractions musculaires qui peuvent entraîner la mort.

Le cœur étant un muscle moteur, il subit des contractions spasmodiques qui peuvent provoquer son effondrement et arrêt.

Deux travailleurs au minimum doivent toujours être présents sur le lieu de travail pour se porter mutuellement assistance en cas d'accident.

Les outils utilisés, tels que les tournevis, doivent être isolés et des gants isolés adaptés à la taille des mains doivent être portés.

Lorsque l'utilisation d'appareils ou d'outils électriques est requise, ceux-ci doivent être dotés d'un indice d'isolation approprié ou être alimentés par une tension inférieure à 24 V, obtenue au moyen d'un transformateur distinct.

Protection des personnes au travail

La mesure que l'on prend pour assurer la protection individuelle des travailleurs au travail est l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI).

Tout EPI doit être facile à manipuler, doit être adapté à l'opérateur qui l'utilise et ne doit pas gêner le moins du monde le confort des activités de travail.

Les équipements de protection utilisés dans les travaux électriques peuvent être des vêtements de travail qui protègent le corps en général et une protection partielle de la tête, de l'appareil visuel et auditif, des extrémités supérieures et inférieures, de l'appareil respiratoire, ainsi que des équipements de secours en cas de chute de hauteur, tels que des ceintures de sécurité et des harnais.

Une classification est effectuée :

1. Les vêtements de travail. Ils doivent toujours être en bon état pour être utilisés à tout moment, sans rupture ni dommage. Combinaisons et tabliers en cuir qui protègent contre les radiations et les surtensions électriques qui peuvent se produire. Ces vêtements doivent être légers, évacuer la chaleur et être facilement ventilés.
2. Protection de la tête. Il est essentiel d'éviter tout contact avec les objets qui peuvent tomber d'en haut, ainsi que des côtés. Il en existe une grande variété pour répondre à tous les travaux, des plus lourds aux plus légers, en passant par ceux avec des zones de protection intégrées pour le cou, la nuque et les oreilles.
3. Protection de l'appareil visuel. Les lunettes transparentes et obscurcies sont utilisées pour éviter les radiations, dans le second cas, et la projection de petits matériaux, dans le premier. Elles doivent être faciles à nettoyer et offrir un large champ de vision, notamment sur les côtés. Elles ne doivent pas être inflammables et ne doivent pas provoquer d'irritation.
4. Protection auditive. Au moyen de bouchons d'oreille ou de casques insonorisants, qui sont toujours obligatoires lorsque les 80 décibels (dB) sont dépassés. Les écrans d'insonorisation sont également utilisés comme éléments de protection collective.

5. Protection des membres supérieurs. Les gants, les manches et les coudières font partie de ces équipements de protection individuelle. Ils peuvent être fabriqués avec de nombreux matériaux qui s'adaptent à chaque type de travail (cuir, peau, maille métallique, etc.), mais ceux utilisés dans les travaux électriques doivent être fabriqués en caoutchouc, car ils offrent une isolation adéquate contre les éventuelles décharges électriques, bien qu'ils ne protègent pas contre les coups et ne transpirent pas correctement.
6. Protection des extrémités inférieures. Ils sont équipés d'embouts en acier, qui empêchent les dommages causés par la chute d'objets lourds sur les orteils, et de semelles intérieures renforcées pour éviter les dommages causés par les objets pointus. Les chevilles doivent également être protégées de manière adéquate, c'est pourquoi les bottes sont plus largement utilisées.
7. Protection du système respiratoire. Dans les environnements poussiéreux et en présence de fumées et de gaz nocifs. Ils ont des systèmes de respiration artificielle.
8. Ceintures de sécurité. Pour prévenir les chutes de différentes hauteurs, avec un harnais de protection fixé à un support solide.



