

Guide de conception des systèmes d'alimentation en courant continu

Haissam Nasrat ing.

Qu'est-ce qu'on
alimente?

Ex. Charges c.c. dans une centrale électrique

- Systèmes d'excitation
- Pompes de lubrification de turbine
- Onduleurs (cc-ca) et convertisseurs cc-cc
- Solénoïdes de déclenchement d disjoncteurs MT et HT
- Moteurs de déclanchement des disjoncteurs MT et HT
- Lumières indicatrices
- Équipement de contrôle
- Relais de protection MT et HT
- Mesurage MT et HT
- Éclairage d'urgence
- Équipements de télécommunication

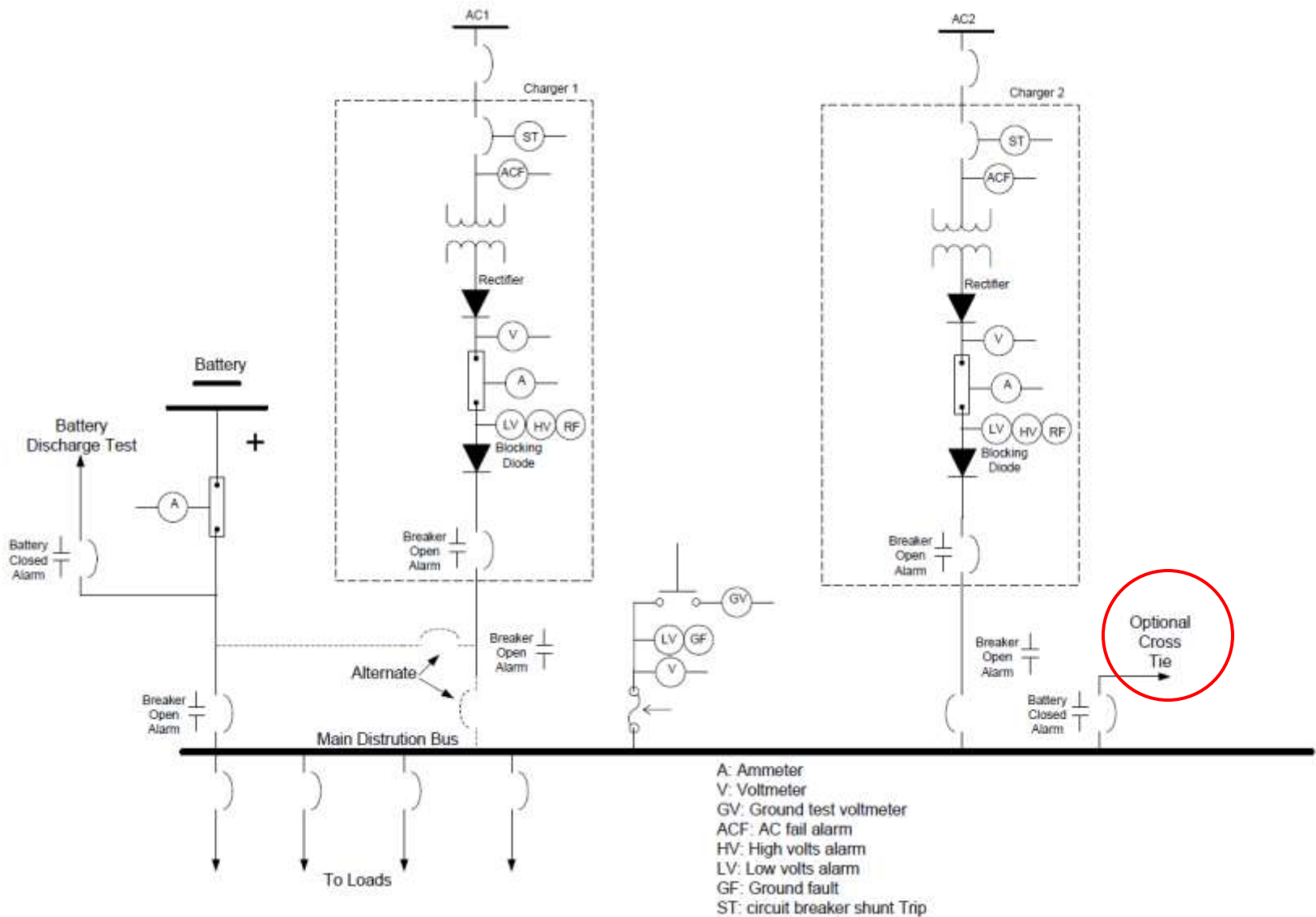
Systemes flottants et mise à la masse

- Applications sous-stations et centrales:
La sortie c.c. est flottante
- Applications Télécom:
Le positif est relié à la masse
- Application démarrage et contrôle
Le négatif est relié à la masse

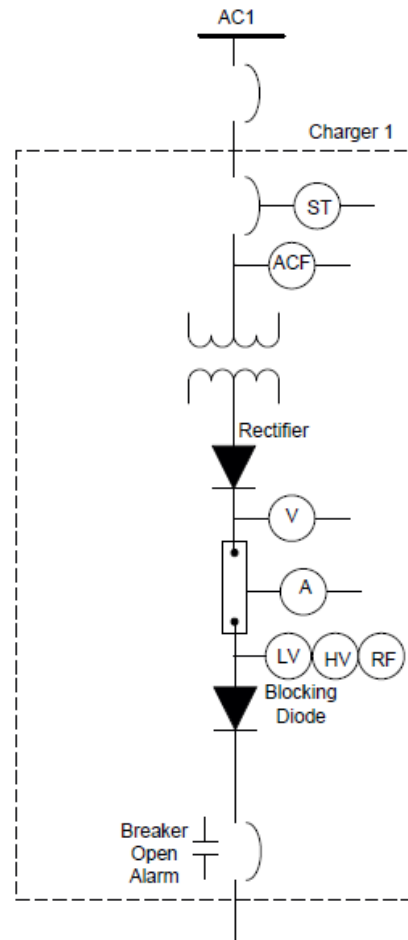
Tensions c.c. normalisées

- 12Vcc
- 24Vcc
- 48Vcc
- 110-120-125-129-130 Vcc
- 220-240-250Vcc

Éléments d'un système c.c.



Chargeur de batteries simple



Chargeurs de batteries

Types:

- 1- Thyristors
- 2- Ferroresonant
- 3- Saturation magnétique
- 4- À découpage hautes fréquences

Types de batteries

- Acide-Plomb
- Nickel Cadmium
- Lithium-Ion

Spécificités des systèmes c.c.

- Les applications c.c. sont spéciales et ne sont pas abondantes: PV, chargeurs, transmission c.c, UPS IT c.c., autos électriques....
- Non linéarité de la batterie: Difficile à simuler son circuit équivalent
- Arc flash: le domaine c.c. est dernièrement mieux analysé par NEC et CSA
- Sécurité: Gestion des matière dangereuses (plomb, cadmium...) et gestion des gaz explosifs (hydrogène...)
- Systèmes flottants: un détecteur de courant de fuite à la masse doit être prévu dans le circuit.
- Beaucoup d'infos sur les systèmes c.a. – très peu sur les systèmes c.c. .
- Comportement spécial en court-circuit: éléments de stockage/capacité chimique non linéaire, contribution de différents éléments capacitifs et inductifs dans le court circuit, pas de passage par zéro...
- CSA-UL-IEC: ne s'entendent pas sur tous les mêmes caractéristiques de protection.
- Spécifications c.c. cachées: fabricants ne publie pas nécessairement les performance c.c.; il faut le demander: ex. fusibles, disjoncteurs, câbles/bus cuivre, contacts relais et contacteurs....
- Infos incompatibles avec les applications contenant des batteries

Exemples: disjoncteurs

		UL 489 Air (File #E10646)									
		RMS Symmetrical Amperes (KA)									
		Volts AC					Volts DC				
Breaker Type		120	240	277	347	480	600	125	250	500 ^③	600
(1-P)	A	10	—	—	—	—	—	5	—	—	—
(2, 3-P)		—	10	—	—	—	—	—	5 (2-P)	—	—
(1-P)	B	65	—	22	—	—	—	30	—	—	—
(2, 3-P)		—	65	—	—	18	—	—	30 (2-P)	—	—
(1P)	C	—	—	—	30 ^③	—	—	—	—	—	—
(2, 3-P)		—	65	—	—	25	18	—	—	18 (3-P)	—
(3-P)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	10

Systèmes 125Vcc (nominal) opèrent à 135Vcc en entretien et 144Vcc en égalisation
 250Vcc (nominal) opèrent à 271Vcc en entretien et 288Vcc en égalisation

		Interrupting Capacity (Symmetrical Amperes)					
		Volts AC (50/60 Hz)				Volts DC	
Number of Poles	Trip Type ①	240	277	480	600	125	250 ②③
2, 3	T/M N.I.T.	22,000	—	—	—	10,000	—
2, 3		42,000	—	—	—	10,000	—
2, 3	T/M N.I.T.	65,000	—	—	—	10,000	—
2, 3		100,000	—	—	—	10,000	—
2, 3		200,000	—	—	—	10,000	—
1	T/M N.I.T.	—	14,000	—	—	10,000	—
2, 3		18,000	—	14,000	—	—	10,000
2, 3, 4	T/M N.I.T.	18,000	—	14,000	14,000	—	10,000

Exemples: disjoncteurs

Ampacity		Maximum Voltage	UL Listed Interrupting ratings (in kA)					
			240 Vac	480 Vac	600 Vac	125 Vdc	250 Vdc	500 Vdc
15-150		600 Vac	25	18	14	20	20	TBD
			65	35	18			
			100	65	25			
			125	100	50			
70-250		240 Vac	10	—	—	—	—	—
			25	—	—	—	—	—
		600 Vac	65	—	—	—	—	—
		240 Vac	100	—	—	—	—	—
150-250		600Vac	25	18	14	20	20	TBD
			65	35	18			
			100	65	25			
			125	100	50			
300-800		600 Vac	65	35	18	—	—	—
			100	65	25	—	—	—

480 V AC	[kA rms]	22 ⁽¹⁾	35	65	25	35	25	50	85 ⁽¹⁾
600Y/347 V AC	[kA rms]	10			10	10			
600 V AC	[kA rms]						14	14	25
250 V DC (2 poles in series)	[kA rms]	25			25	35			
500 V DC (3 poles in series)	[kA rms]	25			25	35			
500 V DC (2 poles in series)	[kA rms]						35	50	65
600 V DC (3 poles in series)	[kA rms]						20	35	50

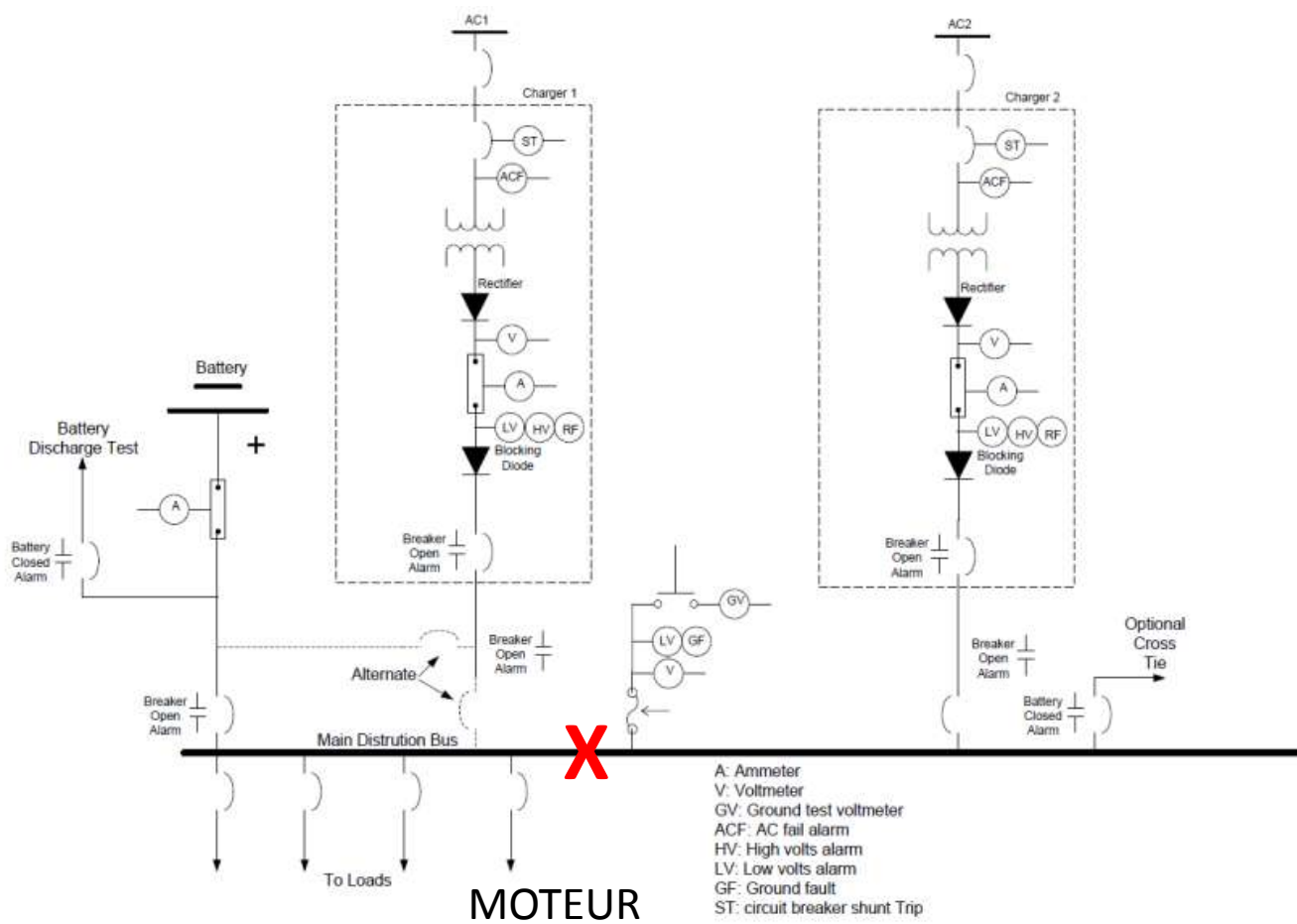
Exemples: interrupteurs

Heavy Duty	Single Throw	Fusible	Cartridge	H	30-600	2, 3, and 4	Yes	Yes	Yes ^{①②}	Yes ^②	Yes ^②	—
	Max. 600Vac			L	800-1200		Up to 1200A	Up to 1200A	Up to 1200A	400-1200A	Up to 1200A	—
	250 Vdc & 600 Vdc	Non-Fusible	—	—	30-1200	2, 3, and 4	Yes	Yes	Yes ^{①②}	Yes ^②	Yes ^②	—
									Up to 1200A	400-1200A	Up to 1200A	

General purpose amp rating	A	200	400	600	800	1200	1600	2000
Approvals ①	2 pole 3 pole 4 pole	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC	UL98 & IEC UL98 & IEC UL98 & IEC
Technical ratings – ULCSA ②								
Max operating voltage	V	600	600	600	600	600	600	480
Max horsepower rating								
Three phase								
240V	HP	75	125	200	200	—	—	—
480V	HP	150	250	450	500	—	—	—
600V	HP	200	350	500	500	—	—	—
Single phase								
120V	HP	—	—	—	—	—	—	—
240V	HP	—	—	—	—	—	—	—
Technical ratings – IEC ③								
Rated insulation and operational voltage AC20 and DC20	V	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Rated thermal current, I _n								
AC 20/DC 20 open	A	250	400	800	1250	1600	2500	2500
AC 20/DC 20 enclosed	A	250	400	800	1250	1600	2300	2300
AC 21A ≤500V	A	250	400	800	1250	1600	2500Ⓜ	2500Ⓜ
AC 21A ≤690V	A	250	400	800	1250	1600	2500Ⓜ	2500Ⓜ
Rated operational power AC23								
10/415V	kW	140	220	450	710	710	400	400
690V	kW	250	400	800	1200	1200	—	—

Coordination c.c.

Ex. alim. auxiliaire centrale électrique



Normes internationales: conception et performance

- IEEE946: Stationary DC System Design
- NEMA PE5-(Futur IEEE2405) Utility Grade battery chargers
- DIN 41773-1: Static Power Convertors; Semiconductor Rectifier Equipment With IU Characteristic

Normes internationales: conception et performance

- IEEE 485 - VLA Battery Sizing
- IEEE 535 - Nuclear Battery Qualification
- IEEE 1115 - NiCd Battery Sizing
- IEEE 1189 - Battery Selection
- IEEE 1375 - Battery Protection
- IEEE 1491 - Battery Monitoring
- IEEE1578 - Battery Spill Containment

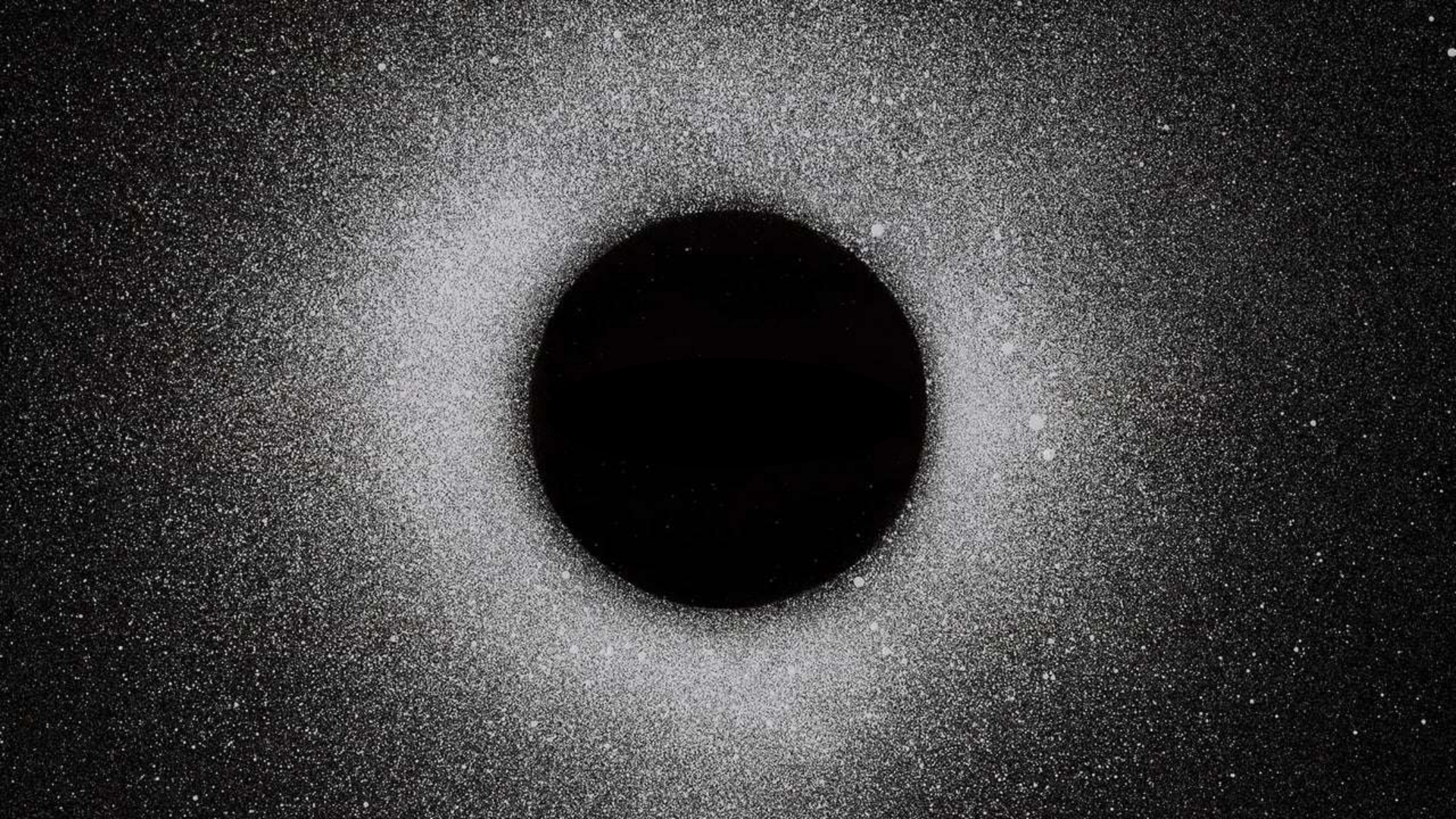
Normes internationales: Installation-test-maintenance

- IEEE 450 -Vented Lead –Acid maintenance & Testing
- IEEE 484 - VLA Battery Installation
- IEEE 1106 -NiCd Installation, Maintenance & Testing
- IEEE 1187 -VRLA Installation
- IEEE 1188 -VRLA Maintenance & Testing

Normes internationales: Formation personnel

- EEE 1657 - Battery Technician Qualification

Normes internationales: Li-ion



Normes internationales: Li-ion

P1679.1 – Lithium Batteries: Par 2015

- Description: Technologie
- Conditions d'opération
- Caractérisation de la puissance et de l'énergie
- Caractéristiques de la recharge
- Interfaces
- Maintenance
- Vieillessement
- Essais de qualification

Normes internationales: Sécurité

- CSA C22.2 107.1: General Use Power Supplies
- UL1012: Standard for Power Units Other Than Class 2
- CEI 62040-1: General and safety requirements for UPS
- CEI 60950: Information technology equipment – Safety

Normes internationales: compatibilité électromagnétique

- ESD Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-2(2001); 4kV contact/8kV air
- Radiated Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-3(2002); 10 V/m 80 - 1000 MHz
- Radiated Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-3(2002); 3/1 V/m 1.4 - 2.7 GHz
- Magnetic Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-8(2001); 30 A/m 50/60 Hz
- Conducted Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-6(2003); 3V-0.15 - 80 MHz
- Fast Transient Immunity : EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-4(2004); 2kV
- Fast Transient Immunity: EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-4(2004); 1kV
- Surge Immunity : EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-5(2006); 1/2 kV
- Dips/Interrupts Immunity : EN 61000-6-2(2005) IAW EN 61000-4-11(2004)
- Conducted Emissions: EN 61000-6-2(2005) 150 kHz -30 MHz
- Radiated Emissions: EN 61000-6-4(2007) 30 MHz -1000 MHz

IEEE-946

Recommandations: conception et calcul d'un système stationnaire c.c.

IEEE946

Contenu

- Nombre de batteries
- Nombre de chargeurs
- Nombre de panneaux de distribution et protection batterie
- Tension nominale du système
- Calcul de capacité de la batterie
- Calcul de la coordination
- Encombrement

IEEE946

Batteries

- Détermination du profil de la charge
- Calcul de la capacité
- Critères de son installation
- Maintenance
- Test et critères de remplacements

IEEE946

Chargeurs

- Calcul du courant de la sortie
- Installation
- Redondance
- Caractéristiques de la sortie: ondulation et régulation

IEEE946

Distribution et protection

- Éléments de protection et caractéristiques
- Diagrammes typiques: redondance ou pas...
- Tension d'opération de différentes charges c.c.
- Instrumentations de contrôle et d'alarmes
- Charge c.c. spéciales: puissance constante vs. Courant variable
- Éléments additionnels pour faciliter le service
- Disjoncteurs d'attache et de contournement
- Qualifications
- Calculs de courants de court-circuit

IEC946

Pièces de rechange et annexes

- Pièces de rechange
- Annexes incluant des exemples de calcul:
 - Détermination des caractéristiques du chargeurs calculs de courants de court-circuit
 - Batteries et calculs de courants de court-circuit
 - Effet d'une fuite à la terre d'un système flottant

NEMA PE5

(futur IEEE2405)

Utility Type Battery Chargers

Standard de référence pour la performance minimale requise d'un chargeur de batterie utilisé dans une application stationnaire

NEMA PE5

Caractéristiques de l'entrée c.a.

- Tensions ca normalisées et limites
- Fréquence
- Courant d'entrée maximal
- Mise à la masse
- Entrée 3 phases non balancée
- Perte d'une phase
- Bruit et surtensions
- Facteur de puissance et harmoniques
- Interférences électromagnétiques
- Protection
- Courants d'appels
- Protection contre une très basse tension

NEMA PE5

Caractéristiques de la sortie c.c.

- Tension de sortie normalisée et limites
- Plages d'ajustement des tensions c.c.:
Tension d'entretien et d'égalisation
- Régulation statique et dynamique
- Effet de la température
- Limitation du courant
- Conditions anormales de la charge: batterie à 0 volt
- Protection de surintensité
- Démarrage doux
- Immunité aux surintensités
- Mise à la masse
- Ondulation
- Facteur d'efficacité
- Isolation galvanique
- Opération en redondance ou en parallèle

NEMA PE5

Contrôles et des alarmes

- Arrêt sur haute tension c.c. et sélectivité
- Alarme basse tension
- Alarme perte du réseau
- Panne redresseur
- Alarme bas courant c.c.
- Autres alarmes

NEMA PE5 (futur IEEE2405)

Environnement

- Température
- Bruit audible
- Entreposage
- Opération à haute altitude
- Humidité
- Emballage et préservation
- Conditions extrêmes: gaz nocifs, corrosifs, infiltration d'eau, installation extérieurs, sismique, expédition, insectes, entrées non sinusoïdales, irradiation...

NEMA PE5 (futur IEEE2405)

Caractéristiques mécaniques

- Ventilation
- Accès aux composantes
- Montage
- Marquage du chargeur et ses composantes: fils, indicateurs, terminaux...
- Câblage du site: câblage c.a.-c.c.-alarmes, mise à la masse...

NEMA PE5

Essais de type

- Bruit audible
- Limite courant
- Diélectrique
- Réponses dynamiques et statiques
- Efficacité
- Courants d'entrée
- Court-circuit
- Inversion batterie
- ajustements

NEMA PE5

Tests de série

- Courants limites
- Test diélectrique
- Ajustement de la tension
- Régulation de la tension

NEMA PE5

Documentation

- Contenu des manuels:
 - instructions d'installation
 - instructions d'opération
 - schémas d'opération
 - description des différents circuits
 - instruction de maintenance et de dépannage
 - liste des pièces de rechange

Exigences sismiques

- IBC-2009, CBC 2010: importance factor of 1.5
- IEEE693-2005

NERC

- PRC-005: Protection system maintenance

Applications marines

- ABS: rules for building and classing steel vessels
- ABS: rules for building and classing mobile drilling units
- Lloyds: Rules and regulations for the classification of mobile offshore units
- Veritas BV rules

Conclusion

- Les applications utilisant le c.c. en croissance continue
- Le domaine c.c. est spécial
- Utilisation de tension c.c. de plus en plus élevées:
≈ 1000V dans le stockage des énergies renouvelables
- Les systèmes c.c. sont critiques dans la protection MT et HT
- Peu de spécialistes en c.c.
- Peu de tests
- Les fabricants gardent les infos sur le c.c. « en secret »
- Peu de documentations
- Peu de normes

MERCI!