

Referências Bibliográficas

- [1] INMETRO .”Programa Brasileiro de Etiquetagem”.
<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>. Acesso em dezembro de 2005.
- [2] IEC 61427. “Secondary cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) - General requirements and methods of test”. Internacional Electrotechnical Commission Norm, 2005-05(2ªed.).
- [3] LEI Nº 10.847, DE 15 DE MARÇO DE 2004. Presidência da República Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos.
http://www.presidencia.gov.br/ccivil/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.847.htm.
Acesso em janeiro de 2005.
- [4] MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. “Sinopse do Balanço Energético Brasileiro”.http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=4123. Acesso março de 2005.
- [5] INMETRO. “Regulamento Específico para uso da Etiquetagem Nacional de Conservação de Energia – ENCE”. Programa Brasileiro de Etiquetagem - 2005.
- [6] PORTAL DO GOVERNO BRASILEIRO. Governo Federal. Programas e Projetos. O Programa. <http://www.brasil.gov.br>. Acesso em dezembro de 2005.
- [7] CALVIN, J. HAMILTON.. Erupções solares. Imagem do Sol.
<http://keppni.ismennt.is/vefir/geimurinn/Myndir/sol.jpg>. Acesso em dezembro de 2005.
- [8] MOURA CLEAN. “A bateria estacionária para altas temperaturas”, Catálogo Técnico,2003.
- [9] GREF: Grupo De Reelaboração Do Ensino De Física. Editora da Universidade de São Paulo, 1995 (2ª Ed) – São Paulo. P.199 a 203.

- [10] SCHNEIDER, PAULO. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. “Incertezas de Medição e Ajuste de dados”. www.geste.mecanica.ufrgs.br/PSS/medterm/Incertezamedicao.pdf. Acesso em janeiro de 2006.
- [11] VIM – Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia. INMETRO.2.ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.
- [12] OLIVEIRA, SÉRGIO HENRIQUE FERREIRA DE. “Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos: Ênfase na Eletrificação de Residências de Baixo Consumo”, Dissertação de Mestrado, SP, 1997.
- [13] ISHIKAWA KAORU “Controle de Qualidade Total à Maneira Japonesa”. Tradução de Iliana Torres. Editora Campus Ltda, 1993 (2ª ed.)-Rio de Janeiro.
- [14] GUM. Guia para a Expressão da Incerteza de Medição. Rio de Janeiro. INMETRO; ABNT.2ªed. 1998.
- [15] JR.,ALDEBARO KLRAUTAU. “Simulação de sinais e sistemas analógicos em computador via PSD”. Manaus. 19 de novembro de 2004. servidor.laps.ufpa.br/aldebaro/classes/pds-manaus04/pds_matlab.doc. Acesso fevereiro de 2006.
- [16] UFRJ-COPPE-EE - Lab Fotovoltaico: Prática 3: Lead-Acid Battery “Acumulação de energia: Estudo do comportamento da bateria chumbo-ácido”. www.solar.coppe.ufrj.br/practica3.html. Acesso em março de 2006.
- [17] DELL, RONALD M.; RAND, DAVID A.J. “Understanding batteries.Cambridge” : Royal Society of Chemistry, c2001. RSC paperbacks.
- [18] AGILENT TECHNOLOGIES. “Agilent performance at a fraction of the cost of other standalone data acquisition systems”.
- [19] DAWES CHESTER L. “Curso de Eletrotécnica”. Tradução de João Protásio Pereira da Costa. Editora Globo, 1974(1ª ed.)-Porto Alegre.

[20] DUNLOP, J E BRIAN, N. "Recommendation for Maximizing Battery Life in Photovoltaic Systems: A Review of Lessons Learned. In: Proceedings of Forum" 2001 Solar Energy: The Power to Choose, 2001. Washington, DC.

[21] ORLANDO, ALCIR DE FARO, "Calibração de um termômetro Pt-100 como padrão de trabalho de um laboratório de serviços metrológicos". Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-Rio, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.2003.

[22] DELPHI FREEDOM," Baterias estacionárias para sistemas de reserva de energia", disponível em <http://www.bateriaspampa.com.br>. Acesso em: janeiro de 2005.

[23] BATTERY UNIVERSITY. <http://www.batteryuniversity.com/> Acesso em fevereiro de 2006.

[24] GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – GTEF; "Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos". Versão 1.0. 1ª ed.1995.

[25] HOBBY NEWS. "O Poder das Pequeninas". www.hobbynews.com.br/materias/pilhas%20-%20o%20poder%20das%20pequenas.pdf -. Acesso em janeiro de 2006.

Anexo B Agilent 34970 A

Anexo B - Agilent 34970A - Data Acquisition/Switch Unit Accuracy Specifications \pm (% of reading + % of range). Includes measurement error, switching error, and transducer conversion error

Accuracy Specifications \pm (% of reading + % of range)^[1]

Includes measurement error, switching error, and transducer conversion error

Range ^[2]	Frequency, etc.	24 Hour ^[2] 23°C \pm 1°C	90 Day 23°C \pm 5°C	1 Year 23°C \pm 5°C	Temperature Coefficient 0°C–18°C, 28°C–55°C
DC Voltage					
100.0000 mV		0.0030 + 0.0035	0.0040 + 0.0040	0.0050 + 0.0040	0.0005 + 0.0005
1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
300.000 V		0.0020 + 0.0020	0.0035 + 0.0030	0.0045 + 0.0030	0.0005 + 0.0003
True RMS AC Voltage^[3]					
100.0000 mV	3 Hz–5 Hz	1.00 + 0.03	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.004
to 100.0000V	5 Hz–10 Hz	0.35 + 0.03	0.35 + 0.04	0.35 + 0.04	0.035 + 0.004
	10 Hz–20 kHz	0.04 + 0.03	0.05 + 0.04	0.06 + 0.04	0.005 + 0.004
	20 kHz–50 kHz	0.10 + 0.05	0.11 + 0.05	0.12 + 0.05	0.011 + 0.005
	50 kHz–100 kHz	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008
	100 kHz–300 kHz ^[4]	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02
300.0000V	3 Hz–5 Hz	1.00 + 0.05	1.00 + 0.08	1.00 + 0.08	0.100 + 0.008
	5 Hz–10 Hz	0.35 + 0.05	0.35 + 0.08	0.35 + 0.08	0.035 + 0.008
	10 Hz–20 kHz	0.04 + 0.05	0.05 + 0.08	0.06 + 0.08	0.005 + 0.008
	20 kHz–50 kHz	0.10 + 0.10	0.11 + 0.12	0.12 + 0.12	0.011 + 0.012
	50 kHz–100 kHz	0.55 + 0.20	0.60 + 0.20	0.60 + 0.20	0.060 + 0.020
	100 kHz–300 kHz ^[4]	4.00 + 1.25	4.00 + 1.25	4.00 + 1.25	0.20 + 0.05
Resistance^[5]					
100.0000 Ω	1 mA current source	0.0030 + 0.0035	0.008 + 0.004	0.010 + 0.004	0.0006 + 0.0005
1.000000 k Ω	1 mA	0.0020 + 0.0006	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
10.00000 k Ω	100 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
100.0000 k Ω	10 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
1.000000 M Ω	5.0 μ A	0.002 + 0.001	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0010 + 0.0002
10.00000 M Ω	500 nA	0.015 + 0.001	0.020 + 0.001	0.040 + 0.001	0.0030 + 0.0004
100.0000 M Ω	500 nA/10 M Ω	0.300 + 0.010	0.800 + 0.010	0.800 + 0.010	0.1500 + 0.0002
Frequency and Period^[6]					
100 mV	3 Hz–5 Hz	0.10	0.10	0.10	0.005
to 300 V	5 Hz–10 Hz	0.05	0.05	0.05	0.005
	10 Hz–40 Hz	0.03	0.03	0.03	0.001
	40 Hz–300 kHz	0.006	0.01	0.01	0.001
DC Current (34901A only)					
10.00000 mA	< 0.1 V burden	0.005 + 0.010	0.030 + 0.020	0.050 + 0.020	0.002 + 0.0020
100.0000 mA	< 0.6 V	0.010 + 0.004	0.030 + 0.005	0.050 + 0.005	0.002 + 0.0005
1.000000 A	< 2 V	0.050 + 0.006	0.080 + 0.010	0.100 + 0.010	0.005 + 0.0010
True RMS AC Current (34901A only)					
10.00000 mA and ^[7] 1.000000 A	3 Hz–5 Hz	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.006
	5 Hz–10 Hz	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.035 + 0.006
	10 Hz–5 kHz	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.015 + 0.006
100.0000 mA ^[8]	3 Hz–5 Hz	1.00 + 0.5	1.00 + 0.5	1.00 + 0.5	0.100 + 0.06
	5 Hz–10 Hz	0.30 + 0.5	0.30 + 0.5	0.30 + 0.5	0.035 + 0.06
	10 Hz–5 kHz	0.10 + 0.5	0.10 + 0.5	0.10 + 0.5	0.015 + 0.06
Temperature					
Type	1-Year Accuracy ^[9]		Extended Range 1-Year Accuracy ^[10]		
Thermocouple ^[11]	B	1100°C to 1820°C	1.2°C	400°C to 1100°C	1.8°C
	E	-150°C to 1000°C	1.0°C	-200°C to -150°C	1.5°C
	J	-150°C to 1200°C	1.0°C	-210°C to -150°C	1.2°C
	K	-100°C to 1200°C	1.0°C	-200°C to -100°C	1.5°C
	N	-100°C to 1300°C	1.0°C	-200°C to -100°C	1.5°C
	R	300°C to 1760°C	1.2°C	-50°C to 300°C	1.8°C
	S	400°C to 1760°C	1.2°C	-50°C to 400°C	1.8°C
	T	-100°C to 400°C	1.0°C	-200°C to -100°C	1.5°C
					0.03 °C
RTD	R ₀ from 49 Ω to 2.1 k Ω	-200°C to 600°C	0.06°C		0.003 °C
Thermistor	2.2 k, 5k, 10k	-80°C to 150°C	0.08°C		0.002 °C

[1] Specifications are for 1 hr warm-up and 6 1/2 digits, Slow ac filter

[2] Relative to calibration standards

[3] 20% over range on all ranges except 300 Vdc and ac ranges and 1 Adc and ac current ranges

[4] For sine wave input > 5% of range. For inputs from 1% to 5% of range and < 50 kHz, add 0.1% of range additional error

[5] Typically 30% of reading error at 1 MHz, limited to 1 x 10³ V Hz

[6] Specifications are for 4-wire ohms function or 2-wire ohms using Scaling to remove the offset. Without scaling, add 4 Ω additional error in 2-wire Ohms function

[7] Input > 100 mV. For 10 mV inputs multiply % of reading error x 10

[8] Specified only for inputs > 10 mA

[9] For total measurement accuracy, add temperature probe error

[10] Thermocouple specifications not guaranteed when 34970A module is present

Anexo C

Procedimentos de Ensaio de Baterias do PBE – Bateria A.

1.1 TRATAMENTO PRÉVIO

1.1.1 Requisitos metrológicos

1.1.1.1 Instrumentação

Item	Descrição	Qtd.	Exatidão
1	Voltímetro	2	$\pm 0,5\%$
2	Amperímetro ¹	2	$\pm 1 \%$
3	Termômetro	1	$\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
4	Relógio	1	$\pm 1 \text{ min}$

1.1.1.2 Aparelhos e componentes

Item	Descrição	Qtd.	Observações
1	Bateria	1	Amostra de ensaio
2	Carga		Compatível com o regime de descarga do ensaio
3	Fonte	1	Com capacidade em corrente e tensão adequadas ao ensaio
4	Banho termostatizado	1	Dispositivo que deve manter a bateria a uma temperatura determinada, com estabilidade $\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$
5	Sistema de aquisição de dados	1	Registro contínuo dos parâmetros a serem medidos

¹ Podem ser substituídos por derivadores (shunts).

1.1.1.3 Configuração dos dispositivos para o ensaio

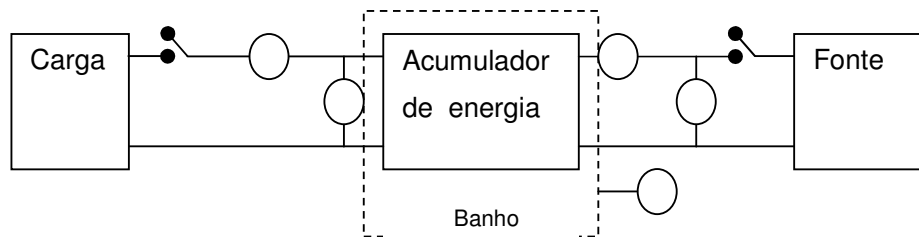


Figura 1 - Configuração dos aparelhos e instrumentação para o ensaio da capacidade

1.1.2 Testes preliminares

- Conectar os dispositivos conforme aparecem na figura 1.
- Pré-ajustar a corrente na carga com valor numericamente igual à capacidade da bateria, no regime de 20h (C_{20}), dividido por 20.
- Conectar a carga até que a tensão na bateria atinja 1,75 V vezes o número de elementos quando então a carga deve ser desconectada.
- Pré-ajustar a corrente da fonte com o mesmo valor da corrente de descarga. Monitorar a tensão nos terminais da bateria até que ela atinja 2,40 V vezes o número de elementos
- Após atingir-se a tensão mencionada na alínea anterior, manter a carga por pelo menos mais 24h. De qualquer forma, antes de interromper-se a carga, deve-se observar se a corrente final de carga manteve-se estável (dentro de $\approx \pm 2\%$) por três leituras consecutivas, tomadas em intervalos de 1h.
- Repetir o processo acima descrito por mais três vezes.

1.1.3 Capacidade Obtida (C_0)

1.1.3.1 Definição

Define-se a capacidade de uma bateria como sendo a quantidade de eletricidade em Ah, à temperatura de referencia, fornecida pela bateria em determinado regime de descarga, até atingir a tensão final de descarga. Referência NBR 6581 – Bateria de Chumbo-ácido de partida – Verificação das características elétricas e mecânicas.

1.1.3.2 Procedimento de teste

- Controlar o banho termostatzado de modo que ele fique estabilizado em $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- O nível da água contida no tanque deve ficar 25 mm abaixo do topo da bateria. Se mais de uma bateria for colocada no mesmo tanque, manter uma distância mínima de 25mm entre elas. As distâncias entre as baterias e as paredes laterais do tanque devem ser também de 25 mm, no mínimo.
- Condicionar a bateria a esta temperatura durante um período mínimo de 12 horas.
- Ao início do ensaio a bateria deve estar no seu estado de plena carga, o que pode ser realizado utilizando-se o procedimento descrito anteriormente no “Tratamento Prévio”.
- Se for necessário carregar a bateria, antes de se iniciar a descarga, ela deve ser deixada em repouso por pelo menos 4h.
- Anotar, imediatamente antes do início do ensaio, o dia, a hora (hhmmss), a temperatura do banho e o valor da tensão nos terminais da bateria.
- Conectar então a carga (pré-ajustada em $C_{20}/20$), anotar o dia e a hora (hhmmss) de início do ensaio e, deste momento em diante, registrar continuamente os parâmetros de corrente, tensão, tempo e temperatura até que a bateria atinja a tensão de final de descarga (1,75V vezes o n° de elementos).
- Anotar o dia e a hora (hhmmss) de termino do ensaio.
- Como requisito, a capacidade obtida deverá ser igual ou maior que 95% da capacidade especificada pelo fabricante.

1.2 ENSAIO DE DURABILIDADE

1.2.1 Definição

Defina-se aqui a durabilidade da bateria pela sua capacidade de suportar ciclos de carga/descarga, até que atinja uma capacidade inferior a 80% de sua capacidade nominal. O banho termostatzado será utilizado no sentido de se acelerar o processo de desgaste das amostras, reduzindo-se o tempo de ensaio.

1.2.2 Requisitos metrológicos

1.2.2.1 Instrumentação

Item	Descrição	Qtd.	Exatidão
1	Voltímetro	2	$\pm 0,5\%$
2	Amperímetro ²	2	$\pm 1 \%$
3	Termômetro	1	$\pm 1 \%$

1.2.2.2 Aparelhos e componentes

Item	Descrição	Qtd.	Observações
1	Bateria	2	1 para ensaio de durabilidade e 1 para ensaio de descarga de longa duração
2	Carga		Compatível com o regime de descarga do ensaio.
3	Fonte	1	Com capacidade em corrente e tensão adequadas
4	Banho termostatizado	1	Dispositivo que deve manter a bateria a uma temperatura determinada $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
5	Sistema de aquisição de dados	1	Registro contínuo dos parâmetros a serem medidos

1.2.2.3 Configuração dos dispositivos para o ensaio

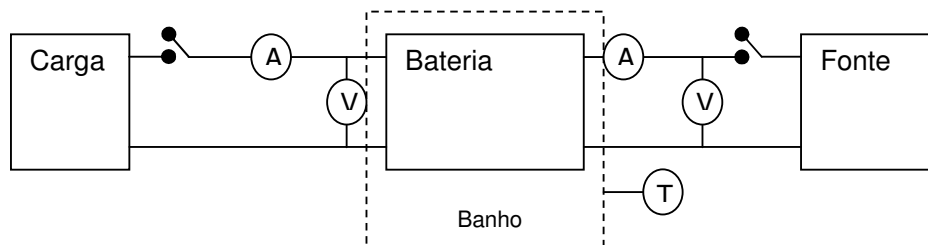


Figura 2. Configuração dos aparelhos e instrumentação para o ensaio de durabilidade

² Podem ser substituídos por derivadores (shunts).

1.2.3 Procedimento de ensaio

- Seguindo a configuração da figura 2, aquecer o banho até 60 °C.
- O nível de água contida no tanque deve ficar 25 mm abaixo do topo da bateria. Se mais de uma bateria for colocada no mesmo tanque, manter uma distância mínima de 25 mm entre elas. As distâncias entre as baterias e as paredes laterais do tanque devem ser também de 25 mm, no mínimo.
- Condicionar a bateria nesta temperatura durante um período mínimo de 12 horas
- Descarregar a uma corrente equivalente ao quociente da divisão de C_{10} por 10. Caso o fabricante não forneça a capacidade em C_{10} , assumir como corrente de descarga valor numericamente igual a $C_{20} \times 0,09$. Manter a descarga por 5h. Caso a bateria atinja 9,0V antes de 5h encerrar o teste e considerar o acumulador reprovado.
- Após o período de descarga promover a recarga do acumulador com corrente constante, de mesmo valor da utilizada na descarga por 6h e 15min, sem limitação de tensão.
- Deixar a bateria em aberto para repouso por 45min.
- Reiniciar o ciclo
- Repetir o procedimento 40 vezes.
- Após 40 ciclos, deixar a bateria em repouso à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por 24horas e, então, estando ela garantidamente no estado de plena carga, avaliar sua capacidade.
- A capacidade obtida após este ensaio não poderá se inferior a 80% da nominal.

1.3 ENSAIO DE DESCARGA DE LONGA DURAÇÃO

O objetivo deste ensaio é verificar se a bateria suporta descargas de longa duração, condição normalmente solicitada em sistemas fotovoltaicos.

A descarga será realizada por um período total de 120h (equivalente a 5 dias) com pequena corrente de descarga, sem se ter por objetivo a determinação da capacidade do acumulador neste regime. O fabricante deverá indicar qual a tensão final de descarga, a qual, caso nada seja informado, será tomada como sendo 10,50V.

Descrição:

- Promover carga que coloque a bateria em seu estado de plena carga.

- Calcular a corrente de descarga conforme a equação a seguir:

$$I_{DESCARGA} = (C_{20} \times 1,1)/120$$

- Conectar um consumidor que mantenha esta corrente fixa pelas 120h. A corrente de descarga poderá ser constante ou, alternativamente, representar o valor médio entre a corrente inicial de descarga e aquela medida em momento imediatamente anterior ao término do período estabelecido para descarga, desde que não apresente diferenças maiores que 5% em relação ao valor calculado.
- Encerrar o ensaio caso a tensão da bateria fique inferior à tensão de final de descarga antes das 120h previstas, caso contrário, encerrá-lo somente no momento em que se completarem as 120h.
- Recarregar a bateria com tensão ou corrente constante até sua plena carga.

Requisito:

- A bateria deverá manter-se em descarga por período superior a 120h, com a corrente calculada em $I_{DESCARGA} = (C_{20} \times 1,1)/120$.
- Caso a bateria atinja a tensão final de descarga antes das 120h, o ensaio deve ser encerrado e o acumulador é considerado reprovado.

Anexo D

Procedimentos de Ensaio de Baterias do PBE – Bateria B.

D) BATERIAS

As normas e seqüência dos procedimentos para ensaios das baterias estão indicadas a seguir:

- a) NBR 6581 – Bateria de Chumbo-ácido de partida – Verificação das características elétricas e mecânicas
- b) IEC 61427 – secondary cells and batteries for solar photovoltaic energy systems – General requirements and methods of test

Os ensaios a serem realizados são os seguintes:

1. Ensaio de capacidade
2. Ensaio de durabilidade

PROCEDIMENTOS DE ETIQUETAGEM DE BATERIAS

Ensaio de capacidade

Define-se a capacidade de uma bateria como sendo a quantidade de eletricidade em Ah, à temperatura de referência, fornecida pela bateria em determinado regime de descarga, até atingir a tensão final de descarga. Referência NBR 6581 – Bateria de Chumbo-ácido de partida – Verificação das características elétricas e mecânicas

1.1 Instrumentação

Item	Descrição	Qtd.	Precisão
1	Voltímetro	2	± 0,5%
2	Amperímetro ³	2	± 2 %
3	Termômetro	1	± 0,5 °C
4	Relógio	1	± 0,1 %

³ Podem ser substituídos por derivadores (shunts).

1.1. Aparelhos e componentes

Item	Descrição	Qtd.	Observações
1	Bateria	2	Amostra de ensaio
2	Carga		Compatível com o regime de descarga do ensaio
3	Fonte	1	Com capacidade em corrente e tensão adequadas ao ensaio
4	Banho termostaticado	1	Dispositivo que deve manter a bateria a uma temperatura determinada, com estabilidade $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
5	Sistema de aquisição de dados	1	Registro dos parâmetros a serem medidos

1.3. Configuração dos dispositivos para o ensaio

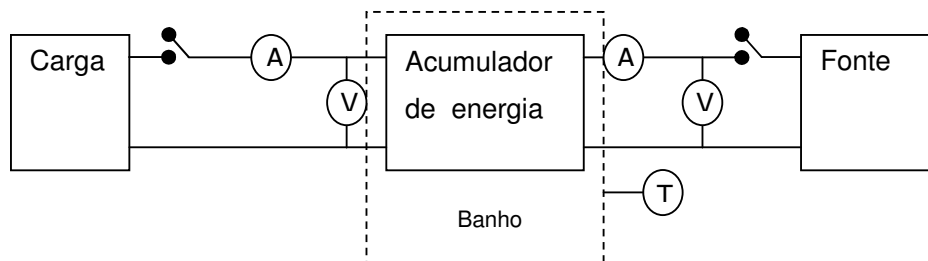


Figura 1 - Configuração dos aparelhos e instrumentação para o ensaio da capacidade

1.4. Procedimento de ensaio

Tratamento Prévio

1.4.1 Controlar o banho termostaticado de modo que ele fique estabilizado em $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

1.4.2 O nível da água contida no tanque deve ficar 25 mm abaixo do topo da bateria. Se mais de uma bateria for colocada no mesmo tanque, manter uma distância mínima de 25mm entre elas. As distâncias entre as baterias e as paredes laterais do tanque devem ser também de 25 mm, no mínimo.

- 1.4.3 Condicionar a bateria a esta temperatura durante um período mínimo de 16 horas.
- 1.4.4 Conectar os dispositivos conforme aparecem na figura 1.
- 1.4.5 Pré-ajustar a corrente na carga com valor numericamente igual à capacidade da bateria, no regime de 20h (C_{20}), corrente igual a I_{20} .
- 1.4.6 Conectar a carga até que a tensão na bateria atinja 1,75 V vezes o número de elementos quando então a carga deve ser desconectada.
- 1.4.7 Pré-ajustar a corrente da fonte com o mesmo valor da corrente de descarga. Monitorar a tensão nos terminais da bateria até que ela atinja 2,40 V por elemento, a menos que o fabricante apresente uma especificação diferente.
- 1.4.8 Após atingir a tensão mencionada no item 1.4.7, manter a carga em tensão constante durante 24h.
- 1.4.9 Repetir o processo acima descrito por mais três vezes.

Capacidade Obtida (C_o)

- 1.4.10 Este ensaio deve ser realizado após a realização do tratamento prévio, observando o tempo mínimo de repouso de 4h após o término dos 4 ciclos do tratamento prévio.
- 1.4.11 Conectar então a carga (pré-ajustada em $C_{20}/20$) I_{20} , anotar o dia e a hora (hhmmss) de início do ensaio e, deste momento em diante, registrar, durante todo o procedimento, os parâmetros de corrente, tensão, tempo e temperatura até que a bateria atinja a tensão de final de descarga (1,75 V vezes o nº de elementos).
- 1.4.12 Anotar o dia e a hora (hhmmss) de termino do ensaio.
- 1.4.13 Como requisito, a capacidade obtida deverá ser igual ou maior que 95% da capacidade especificada pelo fabricante.

AVALIAÇÕES QUANTO A DURABILIDADE E DESCARGA DE LONGA DURAÇÃO

2. Ensaio de durabilidade

O ensaio de durabilidade adota alguns procedimentos extraídos da norma IEC 61427 – secondary cells and batteries for solar photovoltaic energy systems – General requirements and methods of test. Define-se aqui a durabilidade da bateria pela sua capacidade de suportar ciclos de carga/descarga. O banho

termostatizado será utilizado no sentido de se acelerar o processo de desgaste das amostras reduzindo-se o tempo de ensaio para 150 ciclos. As amostras já devem ter sido previamente submetidas ao ensaio de capacidade especificado no item 1.

2.1. Instrumentação

Item	Descrição	Qtd.	Precisão
1	Voltímetro	2	$\pm 0,5\%$
2	Amperímetro ⁴	2	$\pm 2\%$
3	Termômetro	1	$\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
4	Relógio	1	$\pm 0,1\%$

2.2. Aparelhos e componentes

Item	Descrição	Qtd.	Observações
1	Bateria	2	Amostra de ensaio
2	Carga		Compatível com o regime de descarga
3	Fonte	1	Com capacidade em corrente e tensão adequadas
4	Banho termostatizado	1	Dispositivo que deve manter a bateria a uma temperatura determinada $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
5	Sistema de aquisição de dados	1	Registro dos parâmetros

⁴ Podem ser substituídos por derivadores (shunts).

2.3. Configuração dos dispositivos para o ensaio

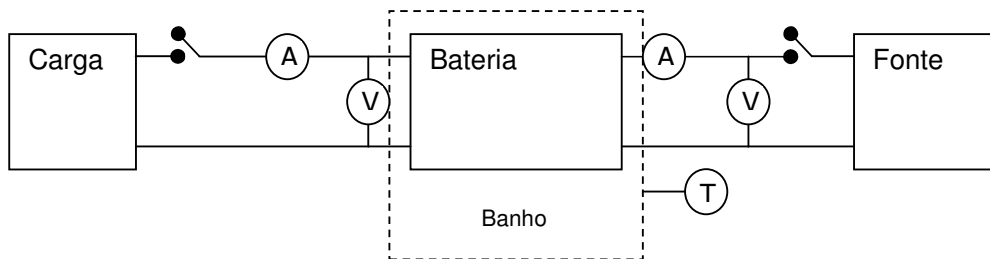


Figura 2. Configuração dos aparelhos e instrumentação para o ensaio de durabilidade.

2.4 - Procedimento de ensaio

PREPARAÇÃO

2.4.1 Seguindo a configuração da figura 2, aquecer o banho até $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.4.2 O nível de água contida no tanque deve ficar 25 mm abaixo do topo da bateria. Se mais de uma bateria for colocada no mesmo tanque, manter uma distância mínima de 25 mm entre elas. As distâncias entre as baterias e as paredes laterais do tanque devem ser também de 25 mm, no mínimo.

2.4.3 Inicialmente a bateria deve ser carregada totalmente. Condicionar então a bateria nesta temperatura durante um período mínimo de 16 horas.

2.4.4 Descarregar a uma corrente equivalente ao quociente da divisão de C_{10} por 10 (I_{10}). Caso o fabricante não forneça a capacidade em C_{10} , assumir como corrente de descarga valor numericamente igual a $C_{20} \times 0,09$. Manter a descarga por 7h30m. Caso a bateria atinja o valor de 1,5V por elemento, a descarga deve ser interrompida por motivo de segurança.

FASE A – ciclagem pouco profunda em baixo estado de carga

2.4.5 Após o período de descarga promover a recarga do acumulador com corrente constante de $1,03 \times I_{10}$ durante 3h.

2.4.6 Descarregar a bateria com uma corrente igual a I_{10} durante 3 h.

2.4.7 Repetir os ciclos descritos nos itens 2.4.5 e 2.4.6, 49 vezes. Depois dos 49 ciclos recarregar totalmente a bateria.

FASE B – ciclagem pouco profunda em elevado estado de carga

2.4.8 Descarregar a bateria durante 2 h com corrente constante de $1,25 \times I_{10}$ A.

2.4.9 Após o período de descarga promover a recarga da bateria com corrente constante de I_{10} e limite de tensão em 2,40V durante 6h, a menos que o fabricante apresente uma especificação diferente.

2.4.10 Repetir os ciclos descritos nos itens 2.4.8 e 2.4.9, 100 vezes.

2.4.11 Após a realização dos ciclos descritos nas Fases A e B acima, deixar a bateria em repouso à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por 24 horas.

2.4.12 Carregar a bateria com uma corrente igual a I_{20} até que a tensão em seus terminais atinja 2,40 V por elemento, a menos que o fabricante apresente uma especificação diferente.

2.4.13 Após atingir a tensão mencionada no item 2.4.12, manter a carga em tensão constante durante 24h.

2.4.14 Deixar a bateria em repouso durante 4 horas.

2.4.15 Conectar então a carga (pré-ajustada em $C_{20}/20$) I_{20} , anotar o dia e a hora (hhmmss) de início do ensaio e, deste momento em diante, registrar, durante todo o procedimento, os parâmetros de corrente, tensão, tempo e temperatura até que a bateria atinja a tensão de final de descarga (1,75 V vezes o n° de elementos).

2.4.16 Anotar o dia e a hora (hhmmss) de término do ensaio.

2.4.17 Como requisito, a capacidade obtida deverá ser igual ou superior a 80% da Capacidade Nominal.

Anexo E

Terminologia

Acumulador (Elétrico)

Dispositivo eletroquímico constituído de um elemento, eletrólito e caixa, que armazena, sob forma de energia química, a energia elétrica que lhe seja fornecida e que a restitui quando ligado a um circuito consumidor.

Ampère(A)

Corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível. Situados no vácuo à distância de 1 metro um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} Newton, por metro de comprimento desses condutores.

Ampère-hora (Ah)

Unidade de medida da capacidade de um acumulador. É o resultado do produto da intensidade de corrente pelo tempo de duração.

Amperímetro

Instrumento destinado a medir o valor de uma corrente.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica)

Agência governamental reguladora do setor elétrico nacional.

Ânion

Íon dotado de carga elétrica negativa.

Anodo

Eletrodo que funciona normalmente como receptor de elétrons.

ANP (Agência Nacional do Petróleo)

Órgão governamental responsável pela regulação do setor petrolífero brasileiro.

Apagão

Escurecimento total que pode acontecer em uma ou várias cidades. Geralmente provocado por falhas em sistemas de transmissão.

Autodescarga

Processo natural de perda de carga pelo acumulador. A autodescarga é um processo espontâneo e tem como acelerador: a temperatura, responsável por estimular as reações químicas; o tempo de armazenamento da bateria; e a densidade do eletrólito. Quanto mais denso for o eletrólito, maior a velocidade de autodescarga.

Bateria

União de vários elementos, primários ou secundários, conectados em série ou paralelo para formar uma unidade de fornecimento de energia elétrica.

Calibração

Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões.

Capacidade Nominal de uma Bateria

Capacidade de uma bateria é a quantidade de energia que pode ser armazenada. É normalmente expressa em ampère-hora cujo símbolo é Ah.

Carga

Operação durante a qual uma pilha ou bateria recebe energia elétrica de um circuito exterior.

Carga a corrente constante

Consiste em carregar uma bateria com uma corrente de carga constante e uma tensão variável.

Carga a tensão constante

Consiste em carregar uma bateria com tensão constante e corrente de carga variável.

Cátions

Íon dotado de carga elétrica positiva.

Catodo

Eletrodo que funciona normalmente como emissor de elétrons.

Ciclo

Série de cargas e descargas, ou vice-versa, em uma bateria sob condições definidas.

Controle de carga

A bateria é considerada plenamente carregada quando a corrente final de carga mantiver-se estável dentro de $\pm 2\%$ por três leituras consecutivas tomadas no intervalo de 1 hora [Anexo C].

Corrente Contínua

Corrente cujo valor é independente do tempo.

Corrente de carga

Corrente que circula durante a carga de uma bateria.

Corrente de descarga

Corrente que circula durante a descarga de uma bateria.

Corrente Elétrica

Grandeza escalar igual ao fluxo do vetor densidade de corrente (de condução), através da superfície considerada.

Corrente Nominal

De um aparelho elétrico: corrente cujo valor é especificado pelo fabricante do aparelho.

Curto-circuito

Ligação intencional ou acidental entre dois ou mais pontos de um circuito através de impedância desprezível.

Descarga

A descarga é o consumo de corrente por um circuito externo à bateria, através da conversão de potencial eletroquímico em energia elétrica no interior da mesma. Cuidado especial deve ser tomado para que não ocorra a descarga profunda. Quanto maior for a corrente solicitada, menor será o tempo de utilização da bateria de acumuladores.

Deriva

Varição lenta de uma característica metrológica (de um instrumento de medição).

Efeito Fotovoltaico

Energia obtida através da conversão direta da luz solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico.

Eletrólito

Líquido que permite a condutividade iônica entre os eletrodos: positivo e negativo. É composto por cátions e ânions responsáveis pelo transporte de elétrons de um eletrodo ao outro.

Elétron

Partícula elementar estável dotada de uma carga elementar negativa, e com massa em repouso de $9,10956 \times 10^{-31}$ quilograma.

Eletrodo

Parte condutora de um dispositivo elétrico destinada a constituir uma interface condutora com um meio de condutividade diferente.

Energia da biomassa

Energia elétrica a partir da queima de biomassa (resíduos vegetais e animais).

Energia Eólica

Energia elétrica a partir da força do vento.

Energia Solar

Energia elétrica a partir dos raios solares.

Equalização

Processo que busca igualar o estado de carga das células componentes de uma bateria.

Erro (de medição)

Resultado de uma medição menos o valor verdadeiro do mensurando.

Erro Aleatório

Resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade.

Escala (de um Instrumento de Medição)

Conjunto ordenado de marcas, associado a qualquer numeração, que faz parte de um dispositivo mostrador de um instrumento de medição.

Estado de Carga

É a capacidade disponível em uma bateria. Este valor complementa a profundidade de descarga e é expresso em percentagem da capacidade nominal da bateria. Ao se retirar 20 Ah, por exemplo, de uma bateria de capacidade nominal de 100 Ah, o novo estado de carga será 80%.

Exatidão (accuracy)

É o grau de concordância entre o valor verdadeiro e o resultado da medição.

Faixa de Medição

Faixa definida por dois valores de grandeza a medir ou da grandeza a ser fornecida, dentro da qual são especificados os limites de erro de um instrumento de medição.

Flutuação

Para manter o estado de carga das células de uma bateria próximo à plena carga utiliza-se o processo de Flutuação. A flutuação é um processo de carga que evita que as células fiquem muito tempo em estado parcial de carga, procurando mantê-las em um estado de carga próximo da nominal.

Fonte de Alimentação

Componente ou conjunto de componente destinado a prover a energia necessária ao funcionamento de um dispositivo elétrico, podendo estar acoplada interna ou externamente ao mesmo.

Grandeza (mensurável)

Atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado.

Incerteza de medição

Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a (um mensurando).

Íon

Átomo ou grupo de átomos ligados que possui uma carga elétrica resultante não nula.

Medição

Determinação do valor de uma grandeza, mediante o emprego de instrumentos e métodos adequados.

Mensurando

Grandeza específica submetida à medição.

Ohm(Ω)

Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito que é percorrido por uma corrente invariável de 1A, quando uma tensão elétrica constante de 1V é aplicada aos seus terminais.

Oxido-redução

No processo de descarga o composto químico, denominado oxidante, é reduzido no eletrodo positivo devido ao ganho de elétrons e no eletrodo negativo há a liberação de elétrons através da oxidação do agente redutor.

Pilha

È uma composição de dois eletrodos mergulhados em um eletrólito e não são recarregáveis.

Polarização

Durante o descarregamento de uma célula primária, os íons de gás (composto dos elétrons do gás, de carga negativa), como no caso do hidrogênio, estacionam em volta do eletrodo positivo, formando uma capa de polarização negativa e a conseqüente redução da tensão terminal da célula. Se o eletrodo positivo continuasse com os íons (negativos) estacionados ao seu redor, o estabelecimento de uma diferença de potencial entre os dois eletrodos (positivo e negativo) decairia tanto que a célula não poderia mais ser utilizada [25]. Pode-se diminuir muito a polarização, adicionando-se ao eletrólito alguma substância capaz de reagir com os íons, impedindo que a sua concentração aumente. Essas substâncias são chamadas despolarizantes.

Profundidade de Descarga

O percentual da capacidade nominal retirada da bateria a partir da plena carga é denominado profundidade de descarga. Este valor complementa o estado de carga da bateria.

Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Programa de conservação de energia, que atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto a eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais.
<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>

Queda de Tensão

- 1) Diferença entre as tensões existentes em dois pontos ao longo de um circuito em que há corrente.
- 2) Diferença entre as tensões em dois pontos ao longo de uma linha elétrica, num dado instante.

Rangeabilidade ou largura da faixa (rangeability)

É a relação entre o valor máximo e mínimo, lidos com a mesma exatidão, na escala de um instrumento.

Regime de Descarga

Condição de descarga de um acumulador, definido por uma corrente necessária para que seja atingida a tensão final de descarga, em tempo e condições especificados.

Repetitividade (de resultados de medições)

Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição.

Repouso após a Carga

A bateria após terminar o regime de carga deve ficar em repouso por no mínimo 24 horas, para que haja homogeneização do eletrólito, evitando assim que a temperatura tenha uma evolução contínua durante a operação de carga e descarga.

Resistência (elétrica)

Oposição à passagem de corrente elétrica.

Resistor

Dispositivo elétrico utilizado para introduzir resistência num circuito.

Resolução

É o menor incremento da variável a ser medida que pode ser detectada pelo sistema de medição. Não deve ser confundido com exatidão, repetitividade ou sensibilidade.

Resultado de uma Medição

Valor atribuído a um mensurando obtido por medição

Retificação

Conversão de corrente alternada para corrente unidirecional.

Selo de Eficiência Energética

Selo do Prêmio Nacional de Conservação de Uso Racional de Energia do Procel.

Sensibilidade

É a variação do sinal de saída de um sistema de medição em resposta à variação da grandeza a ser medida.

Sistema Internacional de Unidades

Sistema que compreende as unidades SI, que formam um conjunto coerente; e os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI, que são designadas por meio de prefixos SI:

- A) Unidade SI de base: qualquer uma das unidades nas quais se baseia o Sistema Internacional de Unidades. Nota: As unidades SI de base são sete: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela;
- B) Unidade SI derivada: qualquer uma das unidades derivadas do SI;
- C) Unidade SI suplementar: unidade SI que pode ser considerada quer como uma unidade de base quer como uma unidade derivada. Nota: As unidades SI suplementares são duas: radiano e esterradiano.
- D) Unidade SI: qualquer uma das unidades de base, suplementares ou derivadas do SI.

Sobrecarga

Após atingir a plena carga, qualquer corrente a mais que seja oferecido à bateria caracteriza uma sobrecarga. Neste caso pode ocorrer a estratificação do eletrólito com a produção de H_2 e O_2 gasosos. A bateria perde água e as placas passam por um processo de corrosão. A densidade do eletrólito aumenta, podendo danificar a bateria através do desprendimento da matéria ativa dos eletrodos. A temperatura também aumenta.

A sobrecarga não coloca mais energia disponível e diminui a vida útil da bateria. Se a produção dos gases for rápida o suficiente, as bolhas dos gases que se soltam agitam a mistura ácida, tornando-a mais homogênea e isto é benéfico para a bateria porque o material ativo depositado no fundo, após várias cargas e descargas, retorna à solução [12].

Sobredescarga

É a continuidade da descarga após a bateria ter atingido a tensão de corte, que é o valor de tensão em que a descarga da bateria deve ser interrompida sob pena de danificar a mesma. Pode ocorrer a sulfatação.

Subcarga

Quando a bateria não completa a sua carga e entra novamente em operação, a nova descarga tende a agravar a situação das placas que ainda contêm sulfato, formando mais sulfato sobre ela.

Sulfatação

Sulfatação é um termo que se utiliza para denominar um fenômeno que ocorre na bateria ao permanecer por um longo período sem carga.

Taxa de Carga ou Descarga

É o valor de corrente que circula na bateria durante o processo de carga ou descarga, é medida em Taxa C (C-Rate) e normalizada em relação à capacidade nominal da bateria.

Por exemplo, uma taxa de descarga de 20 horas para uma bateria de 100Ah de capacidade nominal:

$$\frac{\text{capacidade nominal}}{\text{intervalo de tempo (carga ou descarga)}} = \frac{100 \text{ Ah}}{20 \text{ horas}} = 5 \text{ A} = \text{taxa } C_{20}$$

Temperatura de Referência

Temperatura à qual devem ser referidos os valores medidos. Para os acumuladores estacionários a temperatura de referência é de 25 °C;

Tensão de corte

Tensão mínima, nos bornes do acumulador, antes de se interromper o fluxo de carga.

Tensão Elétrica

Grandeza escalar igual a integral de linha do vetor campo elétrico, de um ponto a outro ao longo de um percurso dado.

Valor Nominal

Valor de uma grandeza atribuído a um dispositivo elétrico, em geral pelo fabricante, para uma condição de funcionamento especificada.

Vida Útil

A vida útil de uma bateria pode ser expressa de duas formas, dependendo do tipo de serviço para o qual a bateria foi especificada:

- **número de ciclos** - que depende da profundidade de descarga, da corrente de descarga e da temperatura de operação, ou.;
- **período de tempo** – que depende do envelhecimento da bateria que está diretamente relacionada com a temperatura de operação/armazenamento e forma de armazenamento da bateria.

Volt (V)

Tensão elétrica entre os terminais de um elemento passivo de circuito, que dissipa a potência de 1W quando percorrido por uma corrente invariável de 1A.

Voltímetro

Instrumento destinado a medir o valor de uma tensão elétrica.