

Corso di impiego industriale dell'energia

Esercitazione- batterie

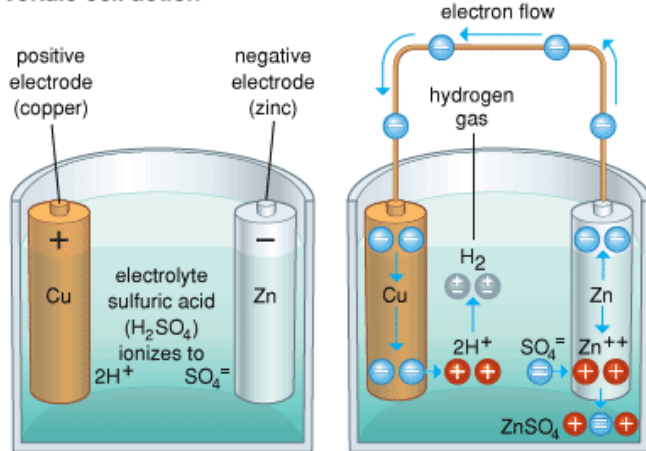
Prof. Rodolfo Taccani

A.A. 2020-21



Introduzione

Voltaic cell action



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

- Le batterie sono dei dispositivi che convertono l'energia chimica direttamente in energia elettrica. Una batteria è formata da un certo numero di celle voltaiche o galvaniche collegate in serie.
- Il principio chimico-fisico di funzionamento di una batteria è una reazione spontanea di ossidoriduzione (redox):
- catodo: Riduzione $\rightarrow A^{n+} + ne^{-} \rightarrow A$
- anodo: Ossidazione $\rightarrow B \rightarrow B^{n+} + ne^{-}$
- Ogni cella contiene un elettrolita e due elettrodi, uno negativo ed uno positivo. Gli elettrodi non sono in contatto tra loro ma connessi elettricamente da un ponte o un setto poroso. Durante la scarica gli elettroni migrano dall'anodo (elettrodo negativo) al catodo (elettrodo positivo) generando un flusso di corrente elettrica.
- Durante la carica viene ceduta energia alla batteria e i cationi vengono ridotti al catodo e gli anioni vengono ossidati all'anodo.

Definizioni

- **Elettrodi:** sono i conduttori attraverso i quali le cariche elettriche vengono cedute o ritornate all'elettrolita.
- **Elettrolita:** è la sostanza che in soluzione o allo stato fuso subisce la suddivisione in ioni delle loro molecole. Viene detto anche conduttore ionico. Esso può essere un sale, un acido o una base.
- **Celle primarie e secondarie:** in una cella primaria l'elettrodo (solitamente quello negativo) viene consumato dalla reazione chimica. In una cella secondaria gli elettrodi e l'elettrolita vengono alterati dalla reazione chimica quando la cella fornisce corrente. Fornendo una corrente elettrica, cioè tramite un processo inverso alla scarica, queste celle possono essere ricaricate.
- **Capacità:** sono gli Ah disponibili quando la batteria viene scaricata ad una certa corrente (specificata dal C-rate) dal 100% dello stato di carica (SOC) al voltaggio di cut-off. La capacità è calcolata moltiplicando la corrente di scarica per il tempo di scarica (in ore). Essa decresce quando aumenta il C-rate.

Definizioni

- **C-rate (h^{-1}):** espresso come il rapporto tra la corrente (A) e capacità (Ah) o tra potenza (W) e capacità (Wh). Se per esempio ho una batteria da 3000mAh di capacità, scaricarla a 2C (Crate =2) significa scaricarla ad una corrente di 6 A. il Crate può essere definito sia in carica che in scarica, ad esempio potrei caricare una batteria da 10 kWh a 1C, ovvero con una potenza di carica di 10 kW. Generalmente i Crate sono limitati dal produttore (per esempio batterie particolarmente performanti possono arrivare a Crate di 6C o anche 10C); Crate alti contribuiscono però al degrado delle batterie (→ perdita di capacità)
- **Stato di carica (SOC – State Of Charge):** rappresenta la quantità di capacità immagazzinata nella batteria nell'istante considerato e viene espressa in termini percentuali rispetto alla capacità nominale della batteria. Generalmente viene calcolato usando la corrente di integrazione per determinare il cambiamento di capacità della batteria nel tempo.
- **Voltaggio di cut-off:** è il minimo voltaggio ammissibile. Quando viene raggiunto questo voltaggio la batteria viene considerata completamente scarica.
- **Capacità nominale:** viene espressa in Wh ed è l'energia disponibile quando la batteria viene scaricata ad una certa corrente di scarica (specificata dal Crate), da uno SOC 100% al voltaggio di cut-off viene calcolata moltiplicando la potenza per il tempo di scarica (in ore)
- **Capacità specifica (Wh/kg):** è l'energia nominale della batteria per l'unità di massa e viene espressa in Wh/kg; dipende dalle sostanze chimiche e dal packaging dalle quali è composta la batteria (per esempio, le batterie al litio devono il loro successo anche all'alta capacità specifica rispetto ad esempio alle batterie al piombo).

Definizioni

Potenza specifica: è la massima potenza disponibile per unità di massa e viene espressa in W/kg. Anche essa dipende dal packaging e dalle sostanze chimiche.

Rendimento energetico: è il rapporto tra l'energia di scarica (W_D) e quella di carica (W_{CH})

$$\eta_{EN} = \frac{W_D}{W_{CH}}$$

Rendimento di Coulomb: è il rapporto tra la quantità di carica data durante la scarica (Ah_D) e la quantità di carica necessaria per completare la ricarica della batteria (Ah_C):

$$\eta_C = \frac{Ah_D}{Ah_C}$$

Scopo dell'esercitazione

- Determinare le curve di scarica della batteria per diversi C-rate;
- calcolare l'energia ceduta ed i rendimenti della batteria alle diverse correnti di scarica

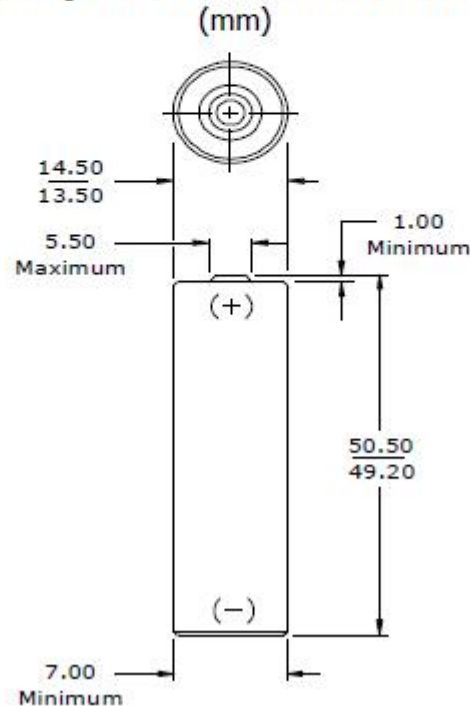
Scheda batteria utilizzata

Rechargeable AA-2400 (HR6)



AA

Industry Standard Dimensions



Specifications

Classification:	ACCU Rechargeable
Chemical System:	Nickel-Metal Hydride (NiMH)
Designation:	IEC-HR6
Nominal Voltage:	1.2 Volts
Rated Capacity:	2400 mAh (to 1.0 volts) Based on 480 mA (0.2C) discharge rate
Typical Weight:	28.0 grams
Typical Volume:	8.3 cubic centimeters
Jacket:	Plastic Label

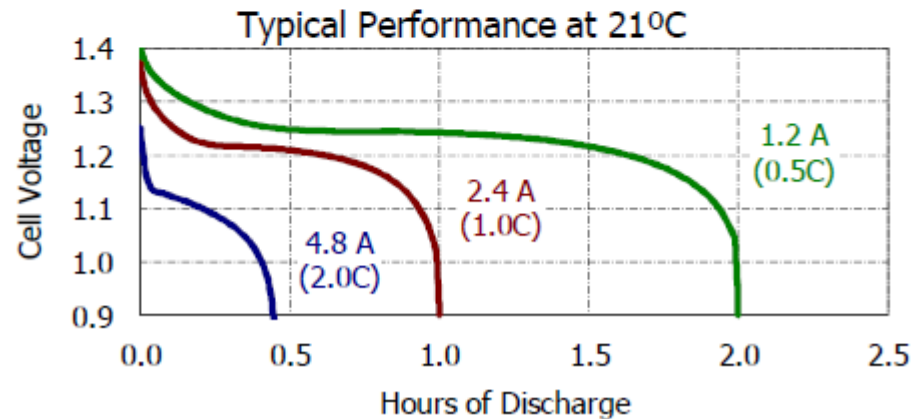
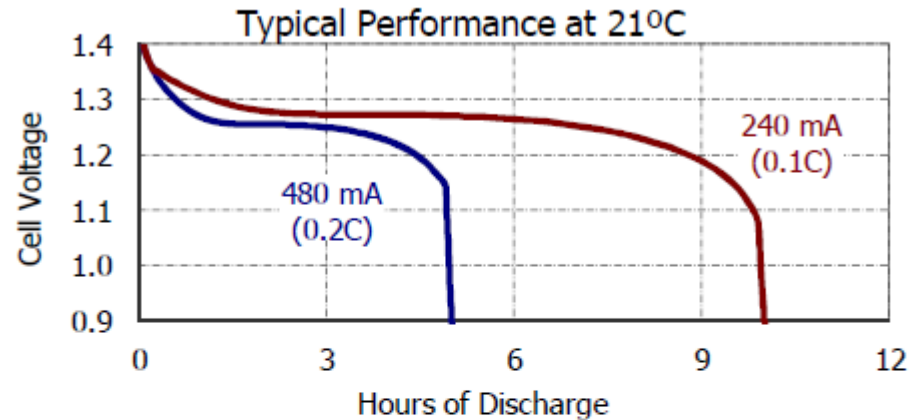
Internal Resistance:

The internal resistance of the cell varies with state of charge, as follows:

<u>Cell Charged</u>	<u>Cell 1/2 Discharged</u>
30 milliohms	40 milliohms
(tolerance of $\pm 20\%$ applies to above values)	

Scheda batteria

Typical Discharge Characteristics



AC Impedance (No Load):

The impedance of the charged cell varies with frequency, as follows:

Frequency (Hz)	Impedance (milliohms) (Charged Cell)
1000	12

Above values based on AC current set at 1.0 ampere.
Value tolerances are $\pm 20\%$.

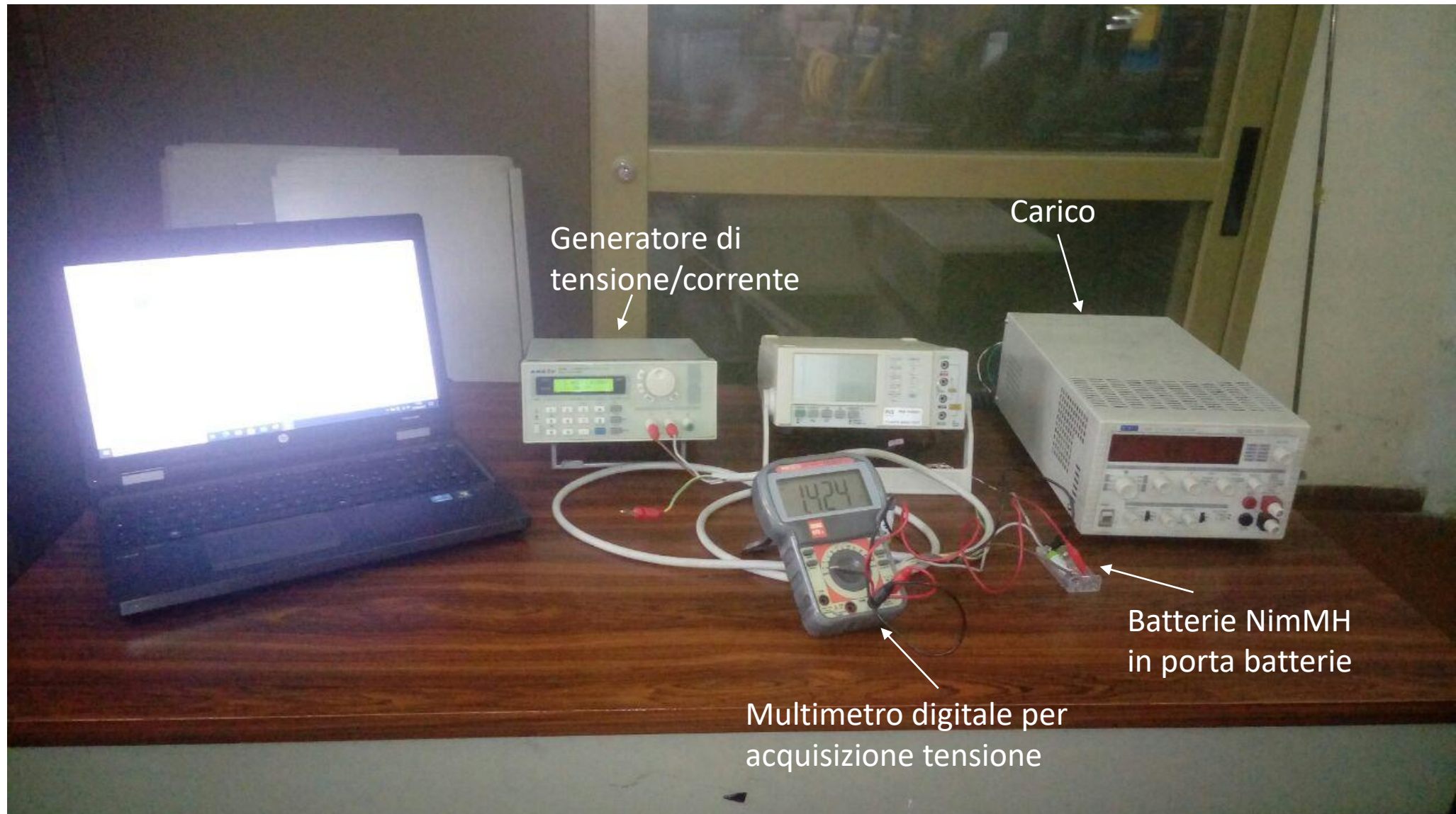
Operating and Storage Temperatures:

To maintain maximum performance, observe the following general guidelines regarding environmental conditions.

Charge:	0°C to 40°C
Discharge:	0°C to 50°C
Storage:	-20°C to 30°C
Humidity:	65 \pm 20%

Operating at extreme temperatures, will significantly impact battery cycle life.

Batteria e strumentazione utilizzata



Schema del banco prova

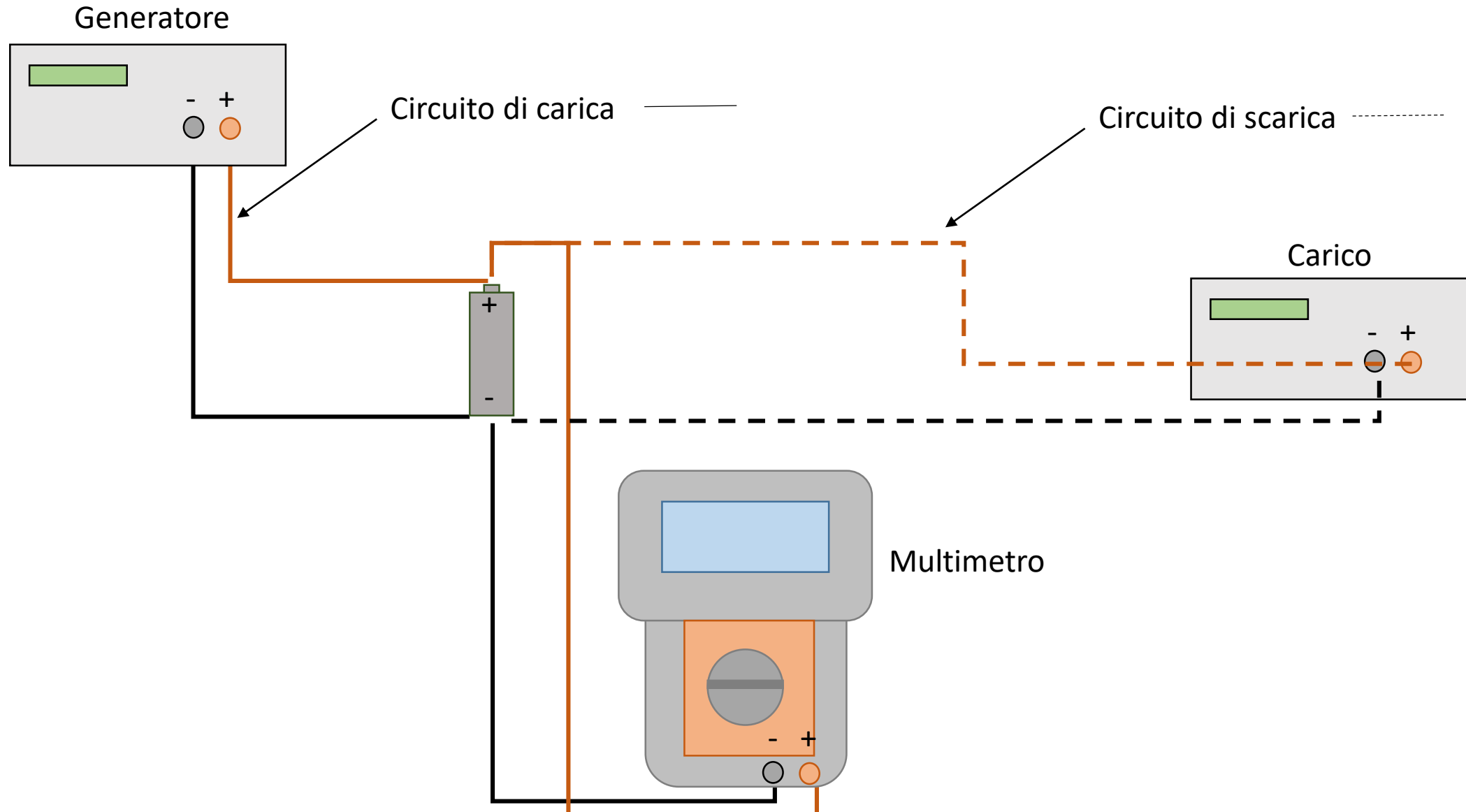


Diagramma di Ragone

