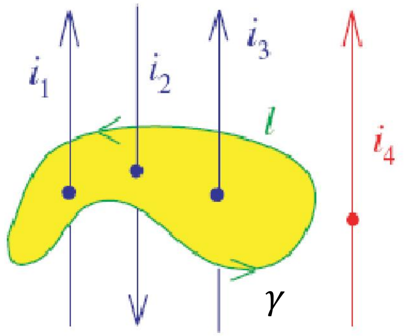
Paradosso di Ampere (corrente di spostamento)



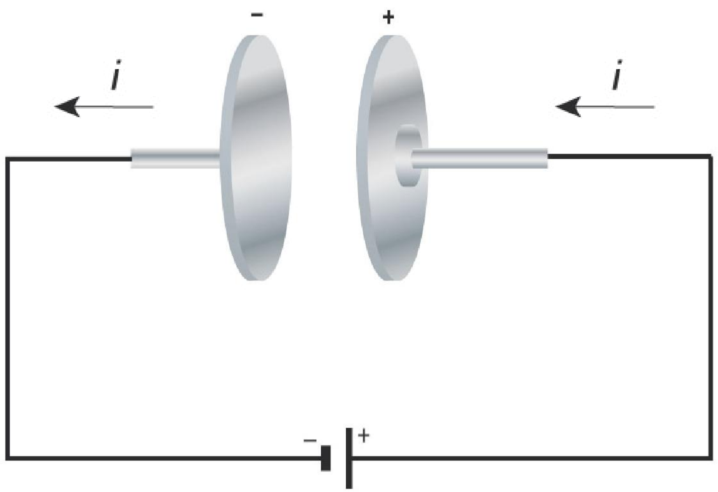
<u>Teorema della circuitazione di Ampère</u>: la circuitazione del campo magnetico lungo una linea chiusa è pari alla somma algebrica delle correnti concatenate alla linea, moltiplicata per μ_0:

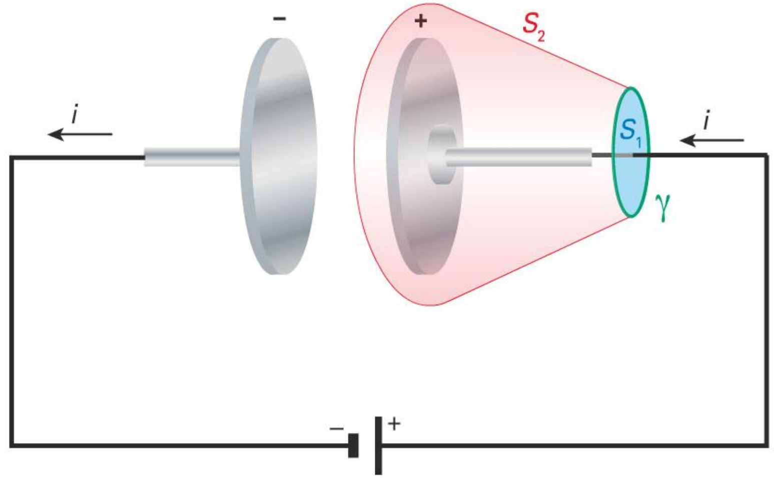
$$C_\gamma(\vec{B}) = \mu_0 \cdot \sum i_k$$

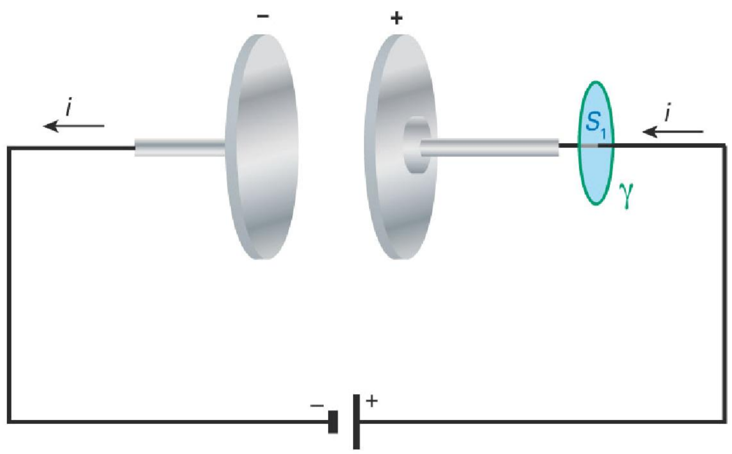
Per correnti concatenate si intendono tutte quelle che attraversano, in un verso o nell'altro***, una qualsiasi superficie che abbia come bordo il cammino chiuso*** $\boldsymbol{\gamma}$. Per esempio, riferendoci alla figura a lato i_1, i_2 e i_3 sono concatenate alla linea γ mentre i_4 non lo è.

La circuitazione del campo magnetico è data da: $C_\gamma(\vec{B}) = \oint_\gamma \vec{B} \cdot d\vec{l}$

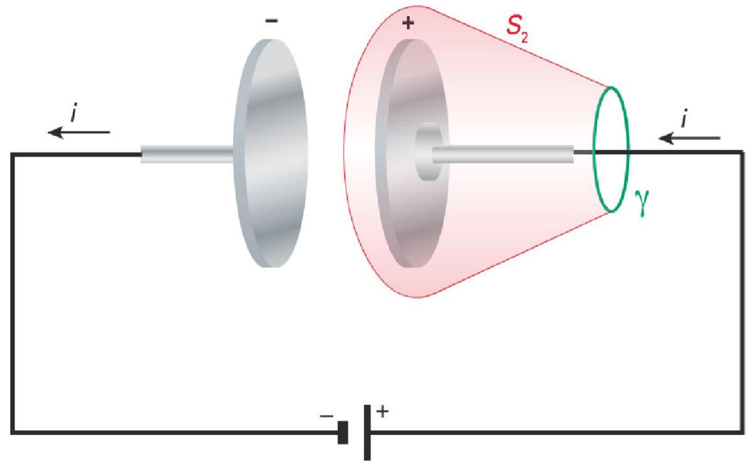
Si consideri un condensatore in fase di carica (o di scarica – figure sotto). La circuitazione del campo magnetico lungo la linea chiusa γ può fare uso di qualunque ***superficie che abbia come bordo il cammino chiuso*** $\boldsymbol{\gamma}$**.** Nel caso particolare si sono scelte due superfici S_1 e S_2. Il ***paradosso*** sta nel fatto che la circuitazione del campo magnetico dipende dalla scelta della superficie pur avendo lo stesso bordo $\boldsymbol{\gamma}$**.**



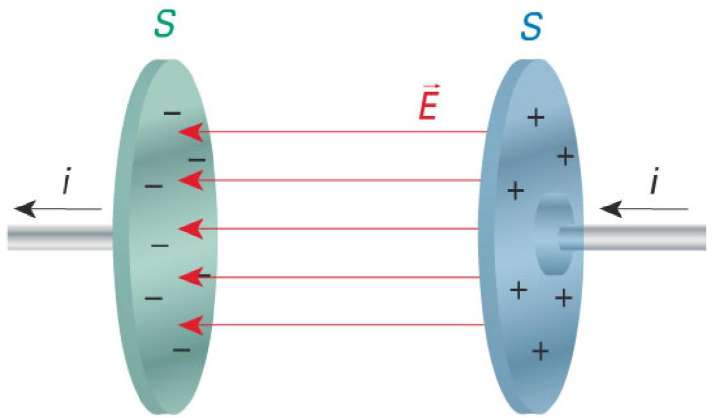




$C_\gamma(\vec{B}) = \mu_0 i \neq 0$ Considerando S_1

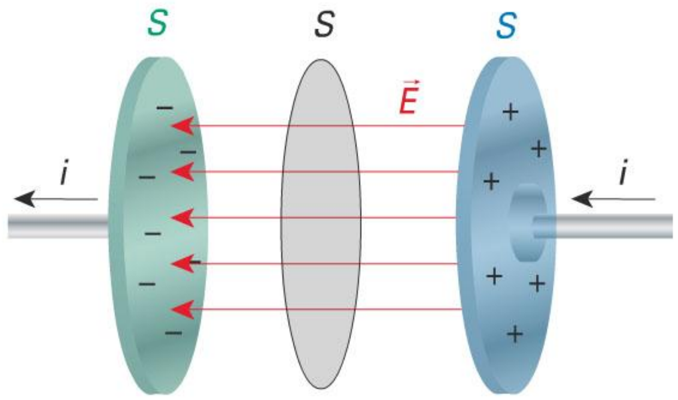


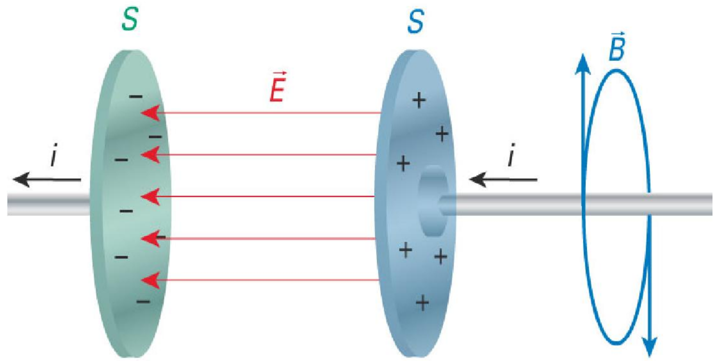
$C_\gamma(\vec{B}) = \mu_0 i = 0$ Considerando S_1

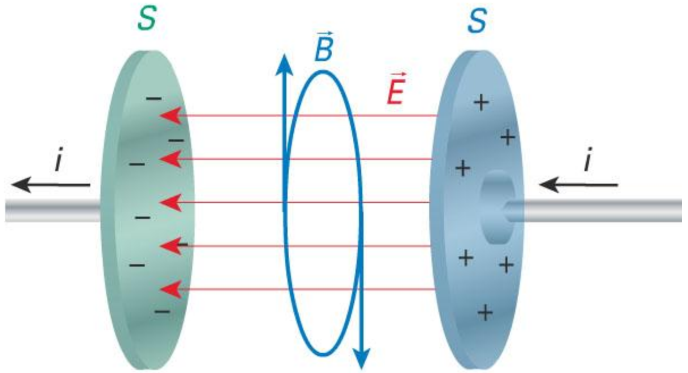


Il campo elettrico all'interno di un condensatore è dato da: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{S \cdot \varepsilon_0} \rightarrow$ la corrente i che carica il condensatore produce una variazione della quantità di carica ΔQ e Di conseguenza una variazione del campo elettrico all'interno del condensatore

$$\Delta E = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot S} \cdot \Delta Q$$







$$\Delta Q = \varepsilon_0 \cdot S \cdot \Delta E$$

ma $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \quad i = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot \Delta E}{\Delta t}$ ma $S \cdot \Delta E = \Delta \emptyset(E) \rightarrow \boldsymbol{i = \varepsilon \cdot \frac{\Delta \emptyset(E)}{\Delta t}}$

questa corrente viene detta ***corrente di spostamento*** e di conseguenza:

$$C_S(\vec{B}) = \mu_0 i \neq 0$$

La corrente i che fluisce nel conduttore produce un campo magnetico e di conseguenza la circuitazione è diversa da zero.

Maxwell ipotizzò che un campo elettrico variabile nel tempo $E(t)$ produce un campo magnetico, anch'esso variabile nel tempo $B(t)$ che comporta una circuitazione diversa da zero lungo la linea chiusa che ha come contorno S (figura in alto).

La legge di Ampere con la modifica apportata da Maxwell (legge di Ampere – Maxwell) è la seguente:

$$C_\gamma(\vec{B}) = \mu_0 \cdot i + \varepsilon_0 . \mu_0 \frac{\Delta \emptyset(E)}{\Delta t}$$

In una forma matematicamente più corretta:

$$\oint_\gamma \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot i + \varepsilon_0 . \mu_0 \frac{d}{dt} \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

in cui $\boldsymbol{\gamma}$ rappresenta il contorno della superficie S

Quindi campi elettrici variabili nel tempo producono campi magnetici variabili nel tempo che a loro volta producono campi elettrici variabili nel tempo (onda elettromagnetica)