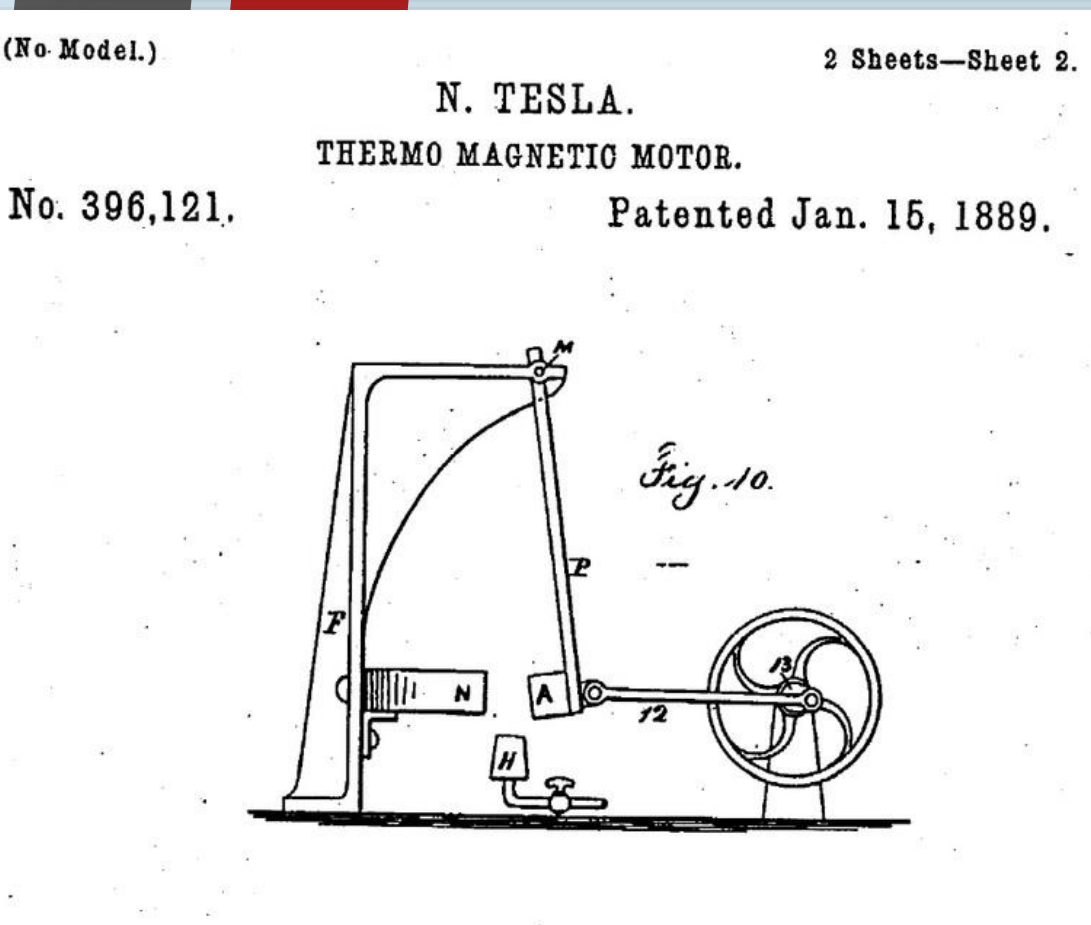


Progettazione di un prototipo di motore termo-magnetico che sfrutta l'effetto magneto-calorico dei materiali magnetici

P. Bolsi^a, L. Bianco^b, E. Ellettari^c, G. Nasuti^c, F. Rizzi^b

^aLiceo B. Russell, IV A, ^bLiceo G. Marconi, III B, ^cLiceo G. Ulivi, IV F



• Introduzione

In quasi tutte le trasformazioni energetiche (per esempio, da meccanica ad elettrica come avviene nelle centrali idroelettriche oppure da energia chimica dei carburanti a cinetica nelle autovetture), una frazione consistente di energia viene **inevitabilmente dissipata sotto forma di calore** nell'ambiente circostante. Riconvertire l'energia termica così ottenuta in altre forme più semplici da gestire è un processo arduo e spesso inefficiente.

La conversione termo-magnetica dell'energia rappresenta un metodo promettente per il recupero dell'energia termica dispersa da sorgenti calde a temperature medio-basse (inferiori a 100°C). Essa sfrutta le proprietà magnetiche dei **materiali ferromagnetici**, che variano al variare della temperatura.

Già nel gennaio del 1889, l'inventore **Nikola Tesla** aveva messo a punto diversi progetti di dispositivi termo-magnetici. Dopo più di un secolo, negli ultimi anni è stata ripresa la ricerca su questa tecnologia che potrebbe essere utile per far fronte alla crescente domanda energetica globale.

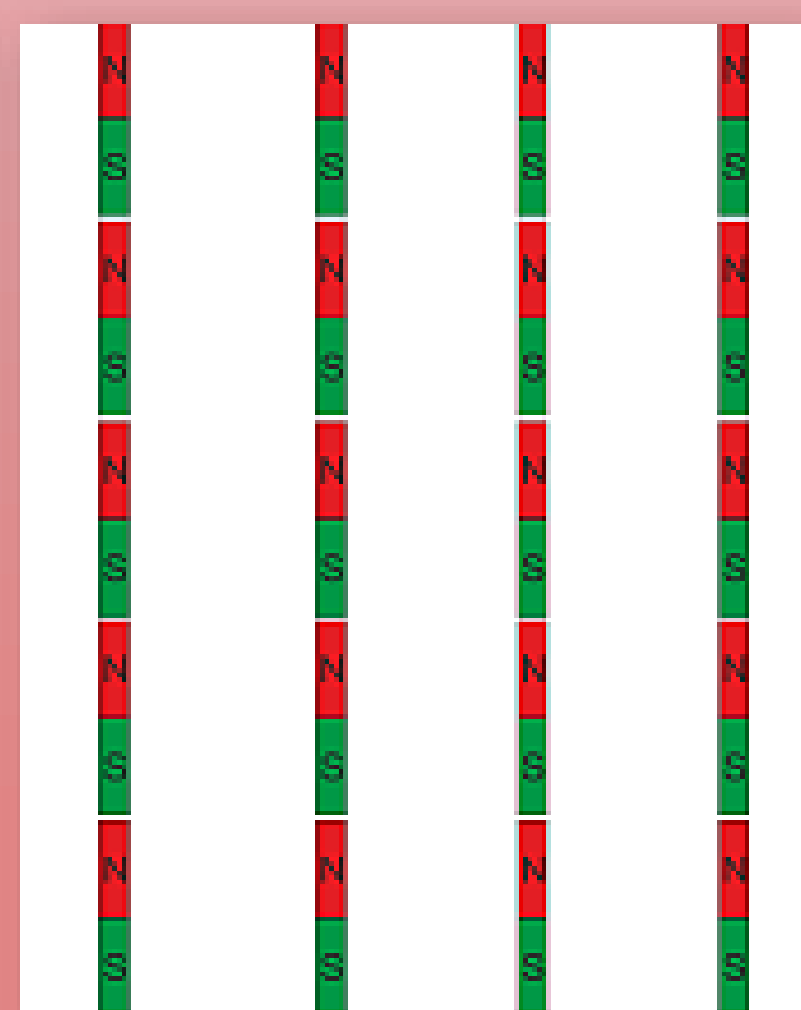
• Principi di funzionamento

Superata una temperatura critica, detta **temperatura di Curie**, i materiali **ferromagnetici** diventano **paramagnetici**, ovvero l'eccitazione termica è tale da disallineare tra loro gli spin degli atomi magnetici (rendendo la magnetizzazione complessiva del materiale nulla).

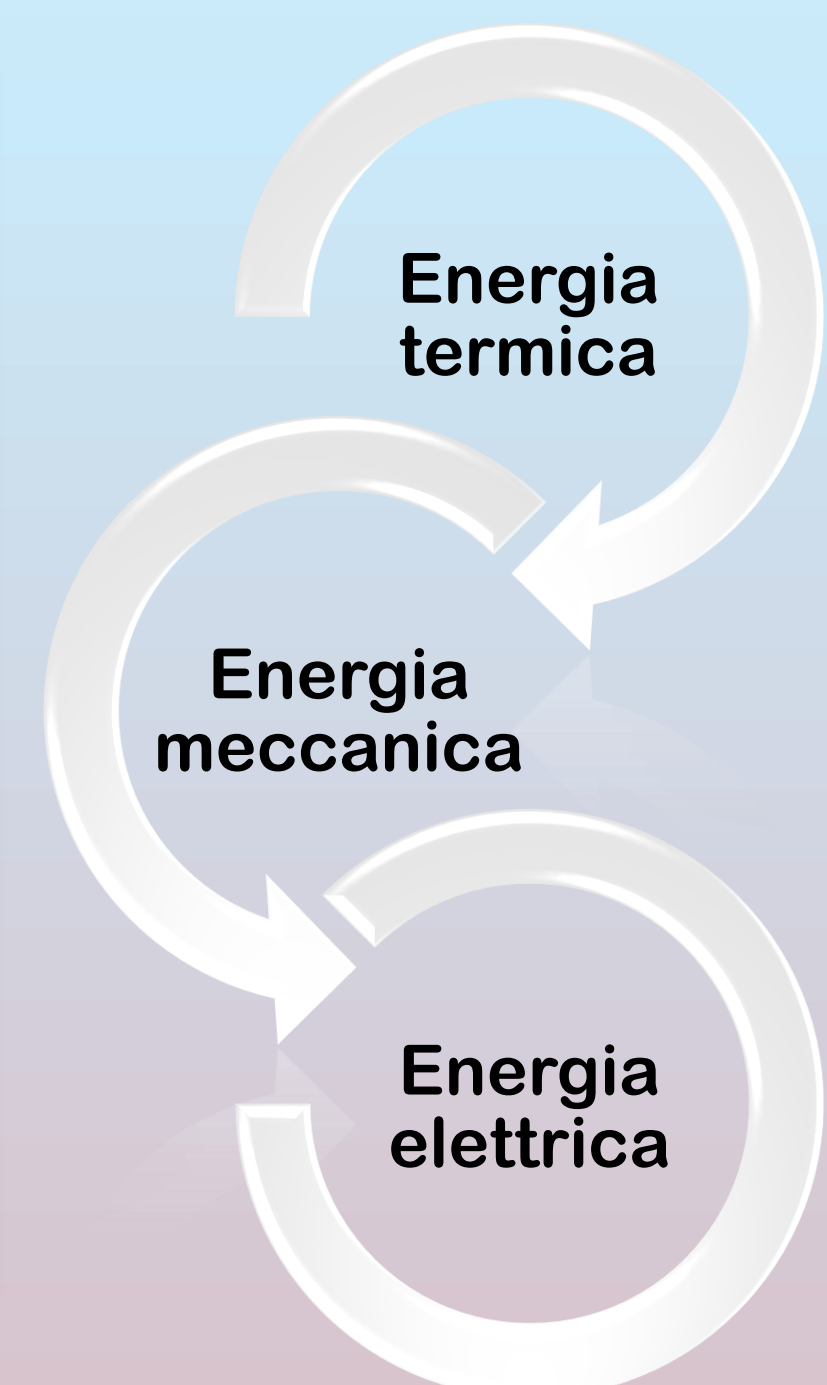
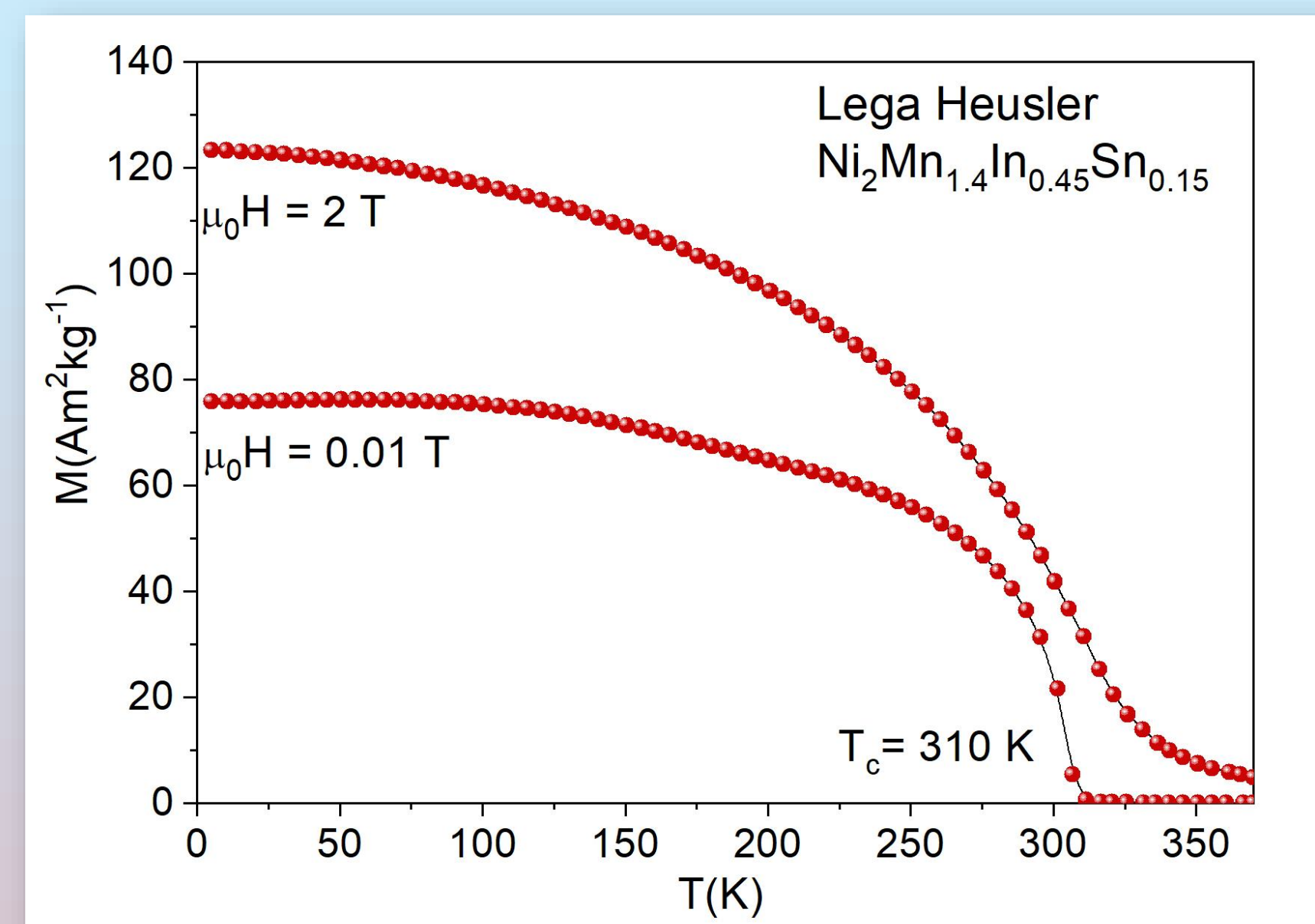
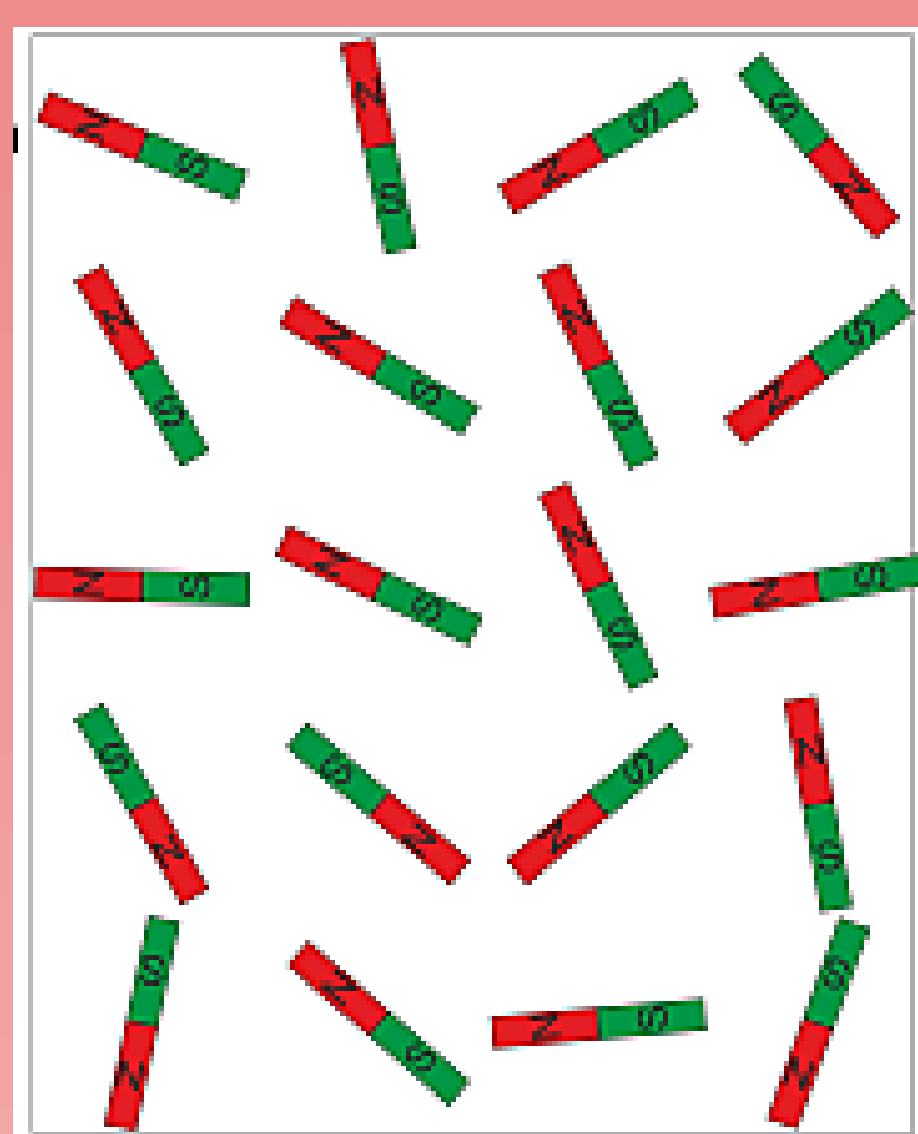
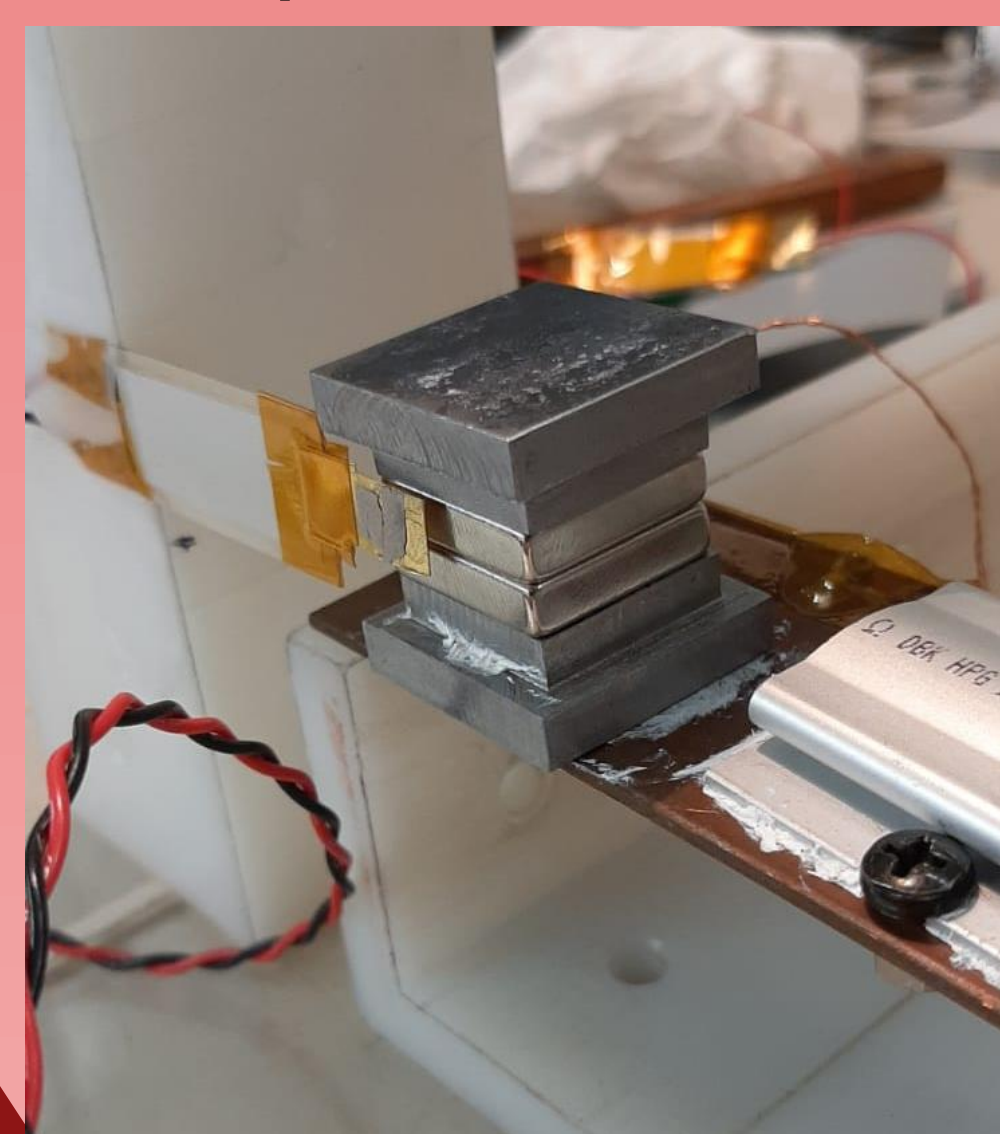
Munendosi di un **materiale ferromagnetico**, un **magnete permanente** (che genera un campo magnetico costante nel tempo), **due sorgenti di calore a temperatura differente** (una calda e una fredda), un mezzo **elastico** (cantilever, molla o elastico) e una lamina di materiale **piezoelettrico**, è possibile realizzare un **ciclo termo-magnetico** che converte l'energia termica della sorgente calda in energia meccanica (movimento del ferromagnete) e successivamente in elettrica (grazie al piezoelettrico).

Il moto del cantilever è il risultato della competizione tra:

- **Forza magnetica:** il materiale magnetico è attratto verso la zona in cui il campo magnetico è maggiore. Questa forza prevale quando il materiale magnetico si trova ad una temperatura al di sotto della temperatura di Curie (è nello stato **ferromagnetico**);



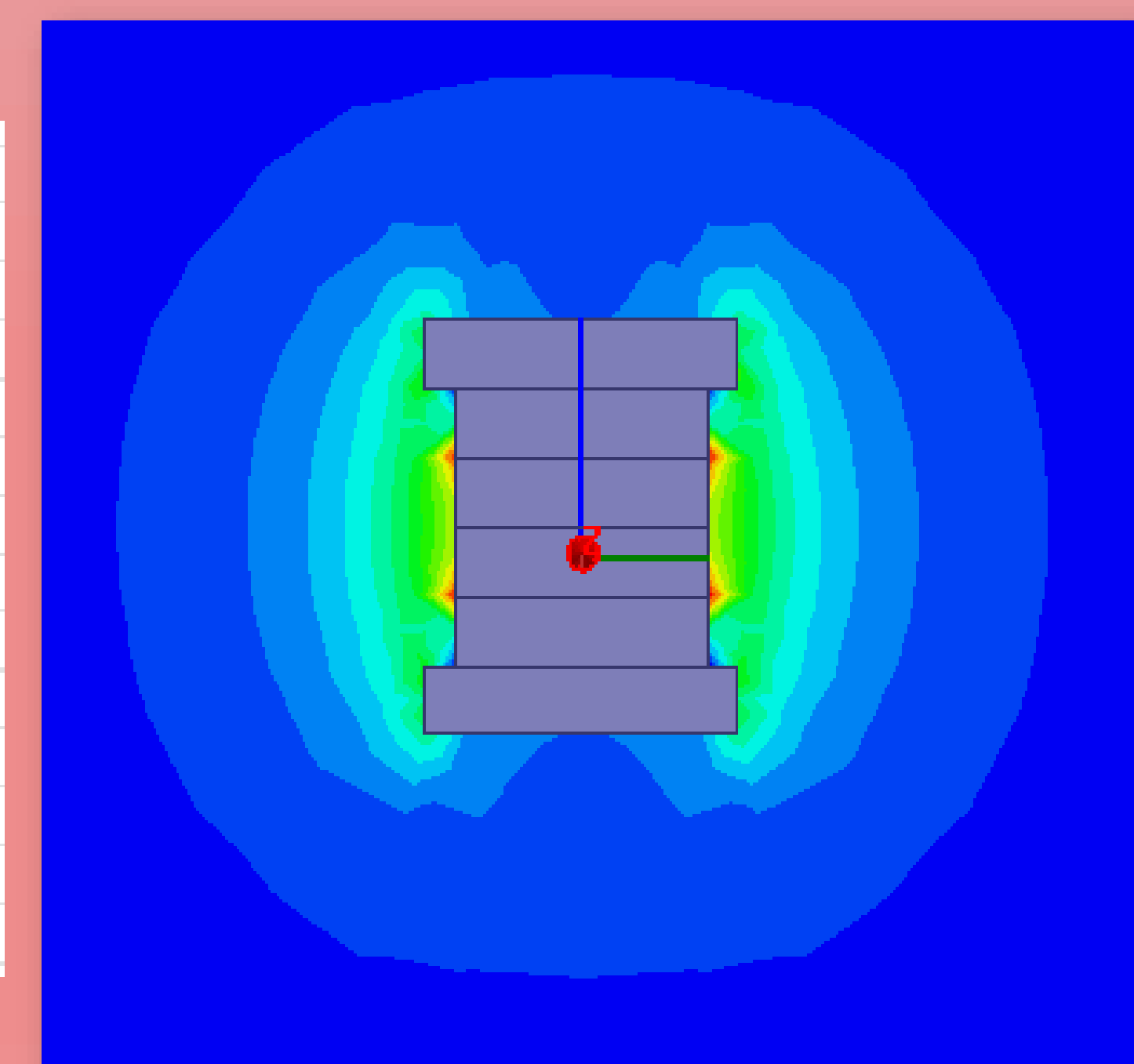
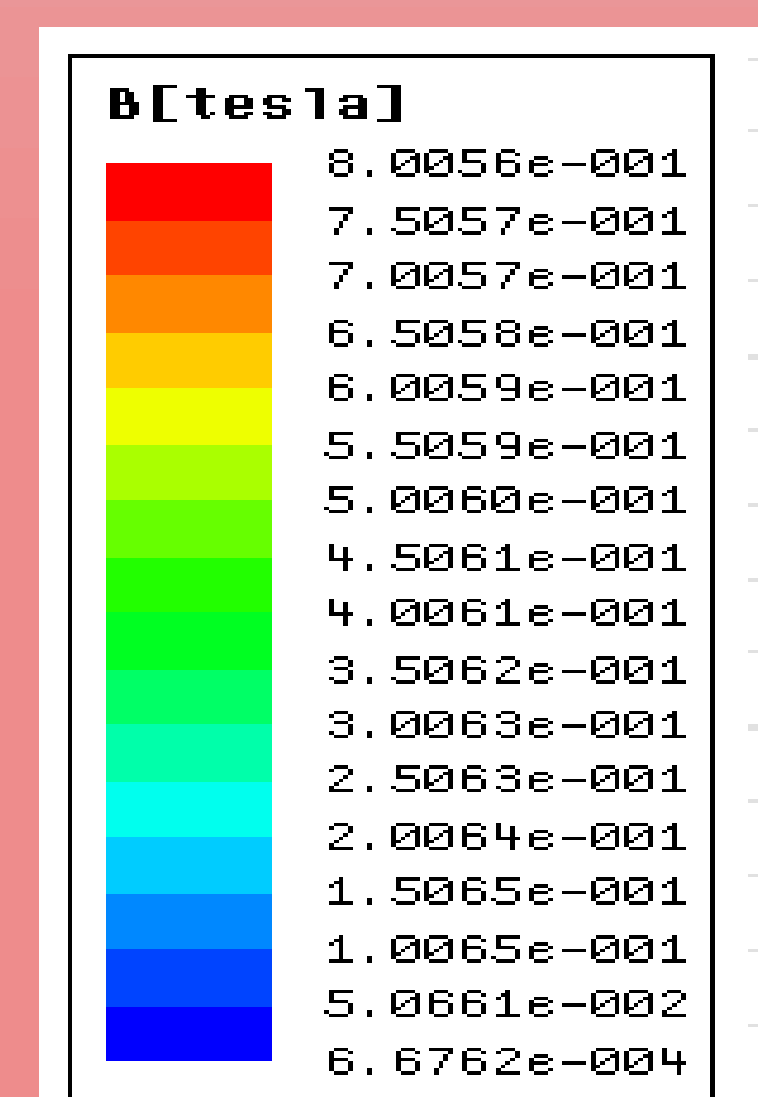
- **Forza elastica di richiamo** (esercitata dal cantilever deflesso): prevale quando il materiale magnetico si trova nello stato **paramagnetico** (temperatura superiore a quella di Curie, magnetizzazione quasi nulla).



• Il nostro prototipo

Componenti:

- ❑ Sorgente di campo magnetico: 2 magneti permanenti di NdFeB nichelati (20x20x5mm) + 2 deviatori di campo magnetico in ferro (25x20x5mm)
- ❑ Materiale ferromagnetico: lamina di lega Heusler $\text{Ni}_2\text{Mn}_{1.4}\text{In}_{0.45}\text{Sn}_{0.15}$, con $T_c=310\text{ K}$ (36.85°C)
- ❑ **Cantilever elastico:** lamina plastica
- ❑ Materiale piezoelettrico: film di PVDF
- ❑ Sorgente calda ($T \approx 60^\circ\text{C}$): lamina di rame + riscaldatore + sensore di temperatura
- ❑ Sorgente fredda (T ambiente): dissipatore calettato



• Conclusione:

Il prototipo realizzato dimostra il principio di funzionamento dei motori termomagnetici. Lo sviluppo di un dispositivo con una maggiore efficienza richiede un lavoro di modellizzazione e simulazione numerica del motore al fine di ottenere le condizioni ideali per aumentarne la frequenza di funzionamento e l'ampiezza delle oscillazioni.

Progetto di Alternanza Scuola-Lavoro 2019

svolto presso il Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche - Università di Parma
Tutor: Dott. Francesco Cugini, Prof. Massimo Solzi