

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale
«Modelli di riscaldamento di
materiali metallici»***

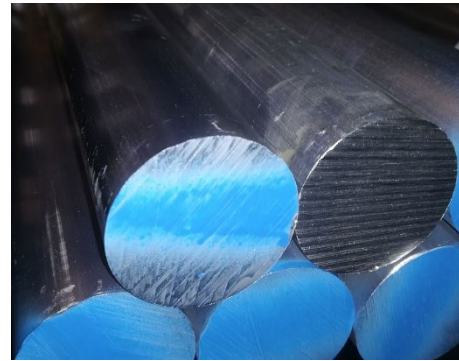
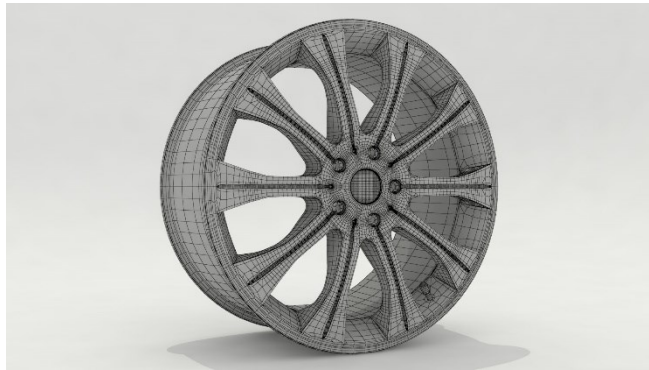
Tutor universitario: Prof. Michele Forzan

Laureando: *Alice Spezzati - 2009625*

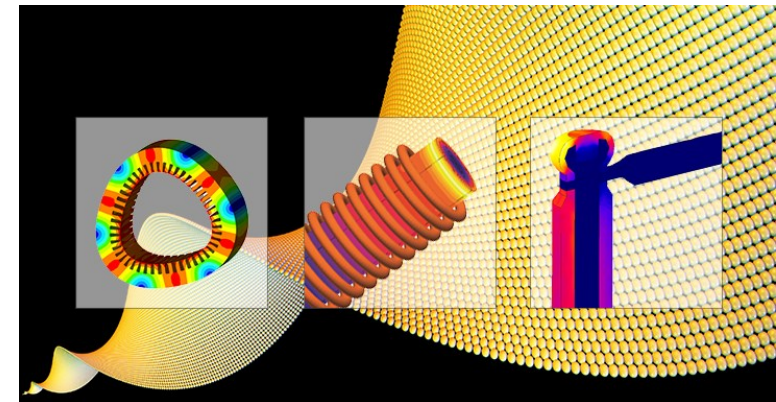
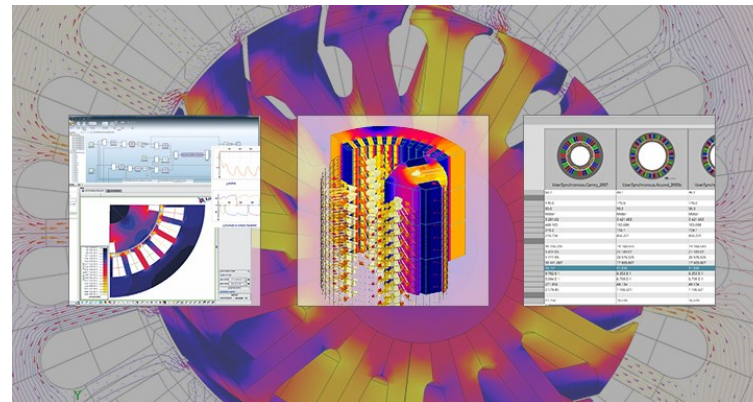
Padova, 24/11/2023

MODELLI DI RISCALDAMENTO

- Cerchione in lega di alluminio 6082



- Software utilizzato: Altair® Flux®



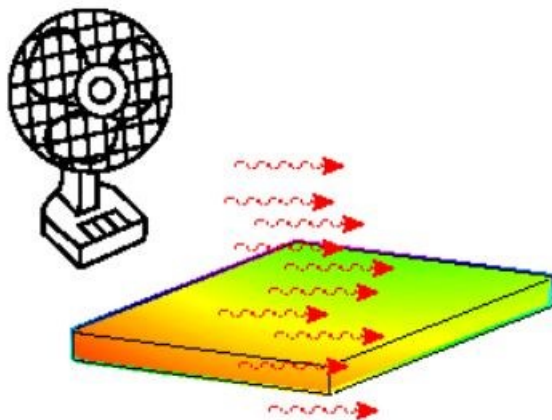
SIMULAZIONE DI DIVERSE MODALITÀ DI RISCALDAMENTO



Modellizzazione della lega all'interno del software per quanto riguarda le proprietà termiche ed elettriche



CONVEZIONE



INDUZIONE

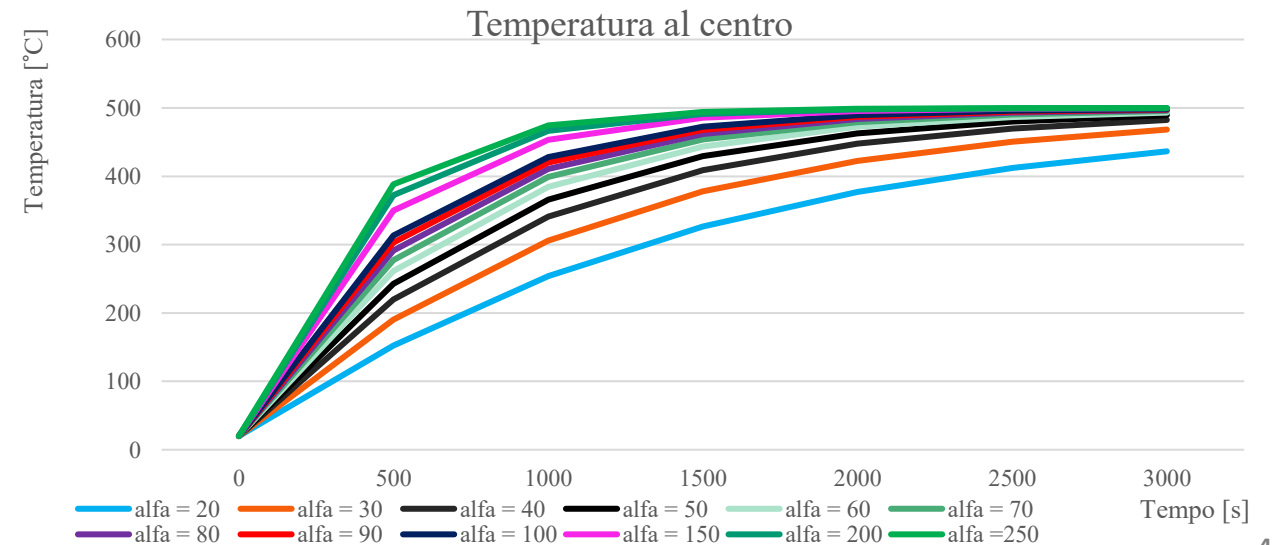
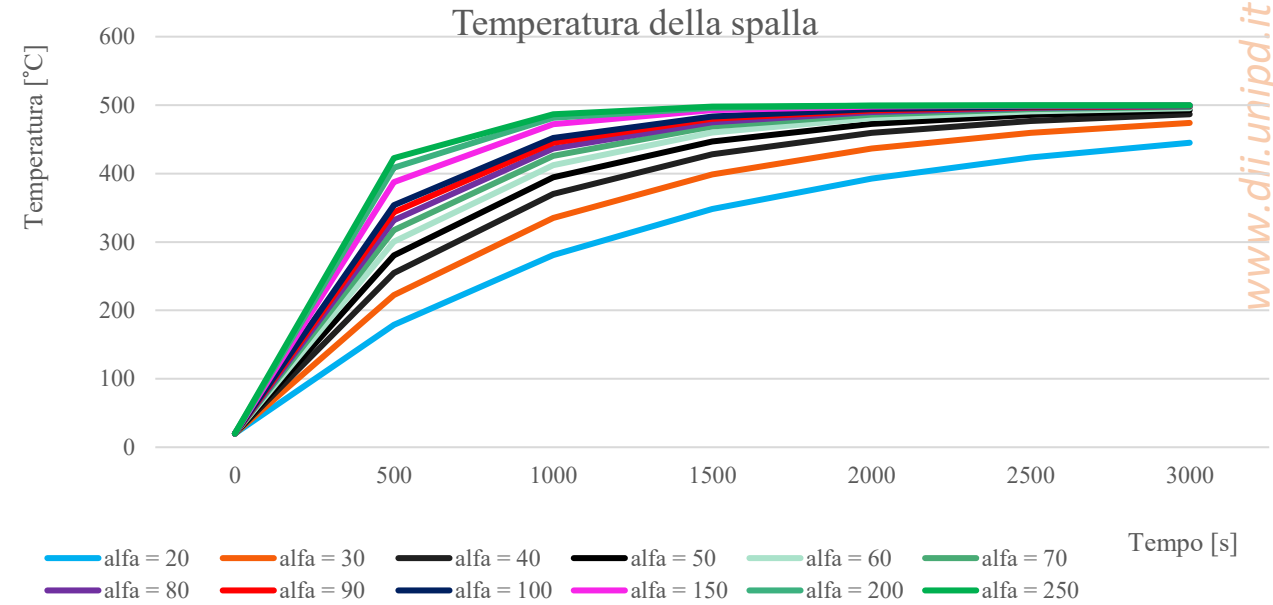
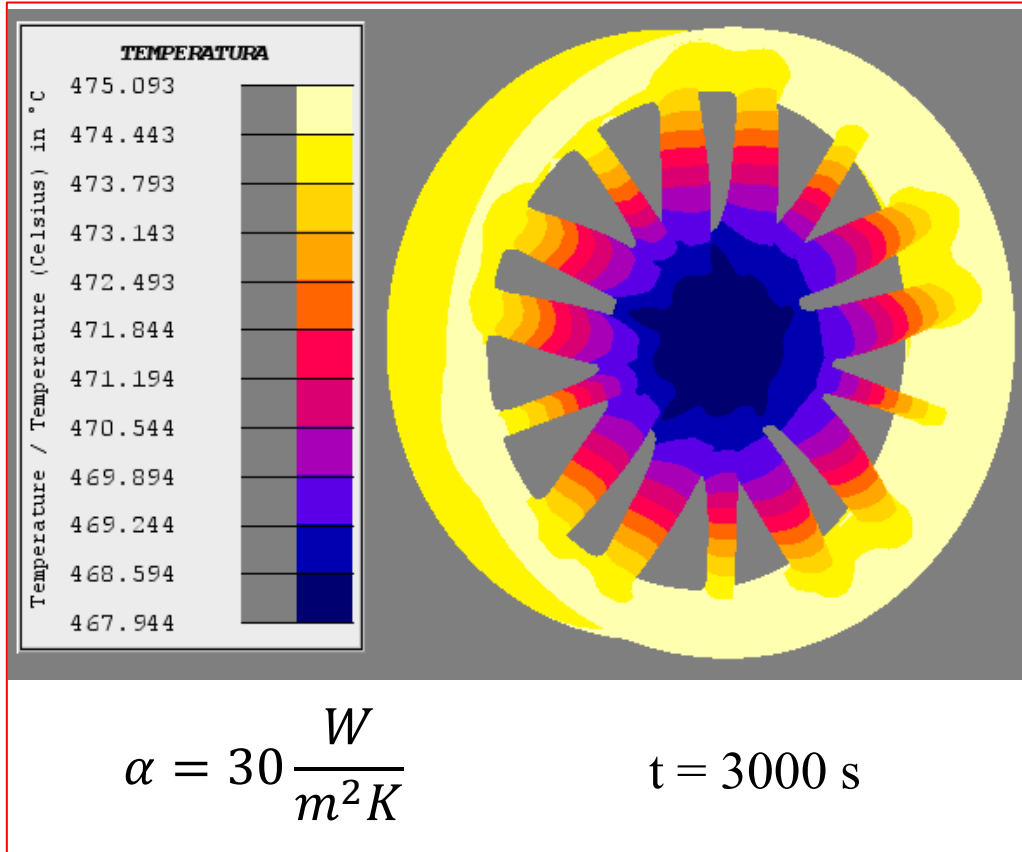


EQUALIZZAZIONE
DI TEMPERATURA

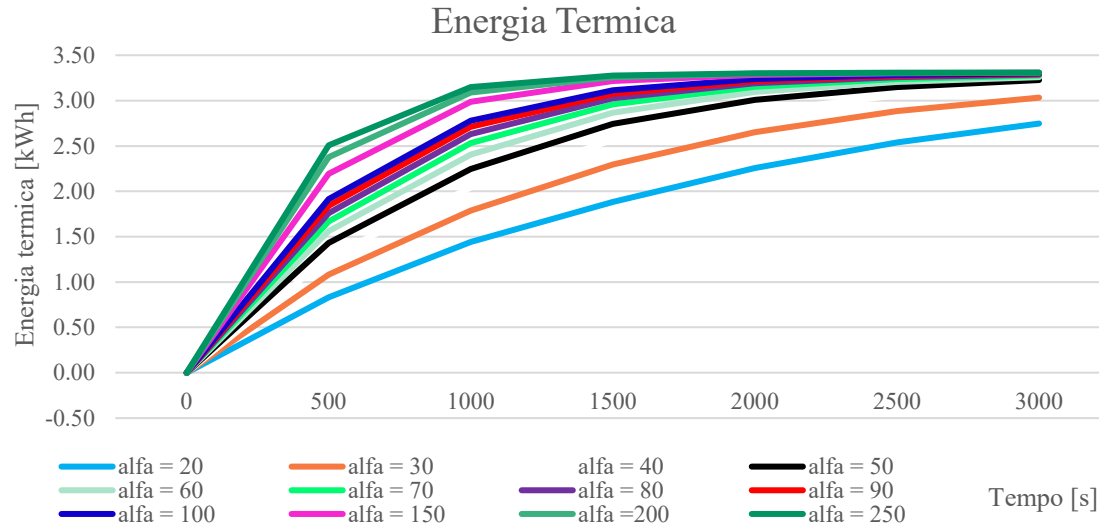


Induttore acceso ad intermittenza

- Convezione forzata $\rightarrow \alpha = 20 \div 250 \frac{W}{m^2 K}$

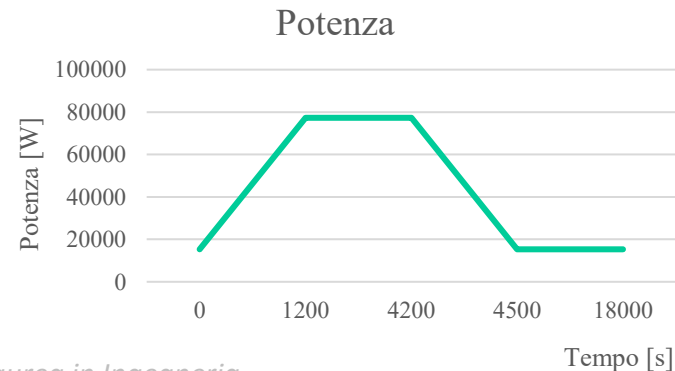


- Energia termica $\rightarrow E_{termica} = \int_V \rho c_p (T_c - T_{amb}) dV$



- Rendimento di un forno a convezione \leftarrow Non corrisponde con la simulazione di Flux:

Forno per 6 cerchioni (78 kg cad,) con supporto in ferro (144 kg)
 \rightarrow tempo di riscaldamento: 130 minuti

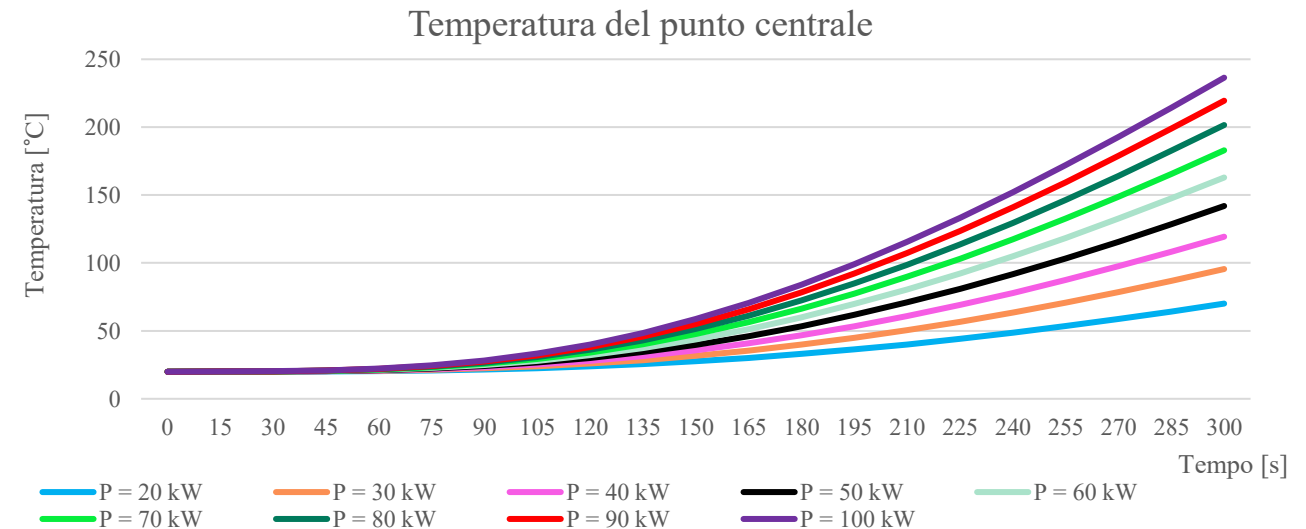
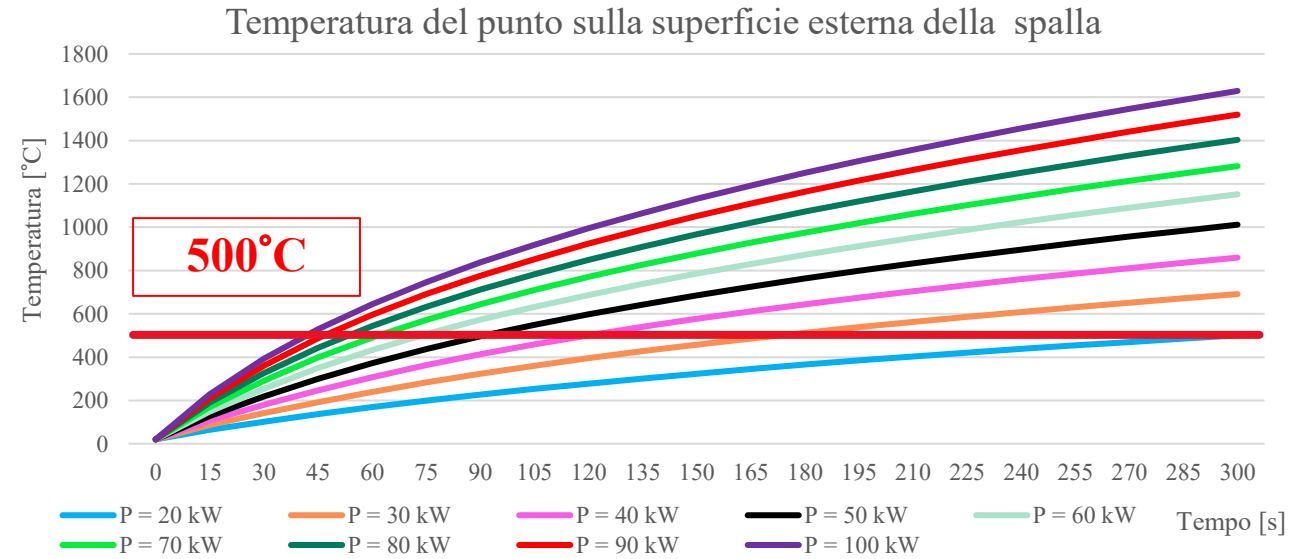
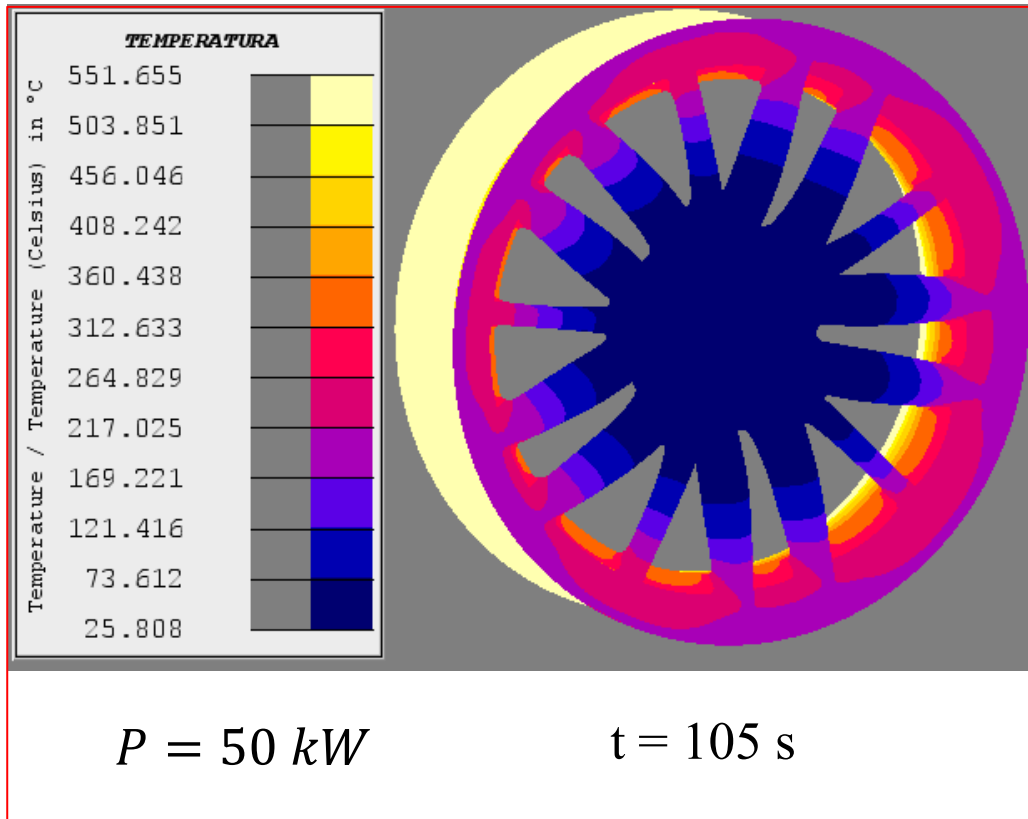


Energia consumata per ruota:

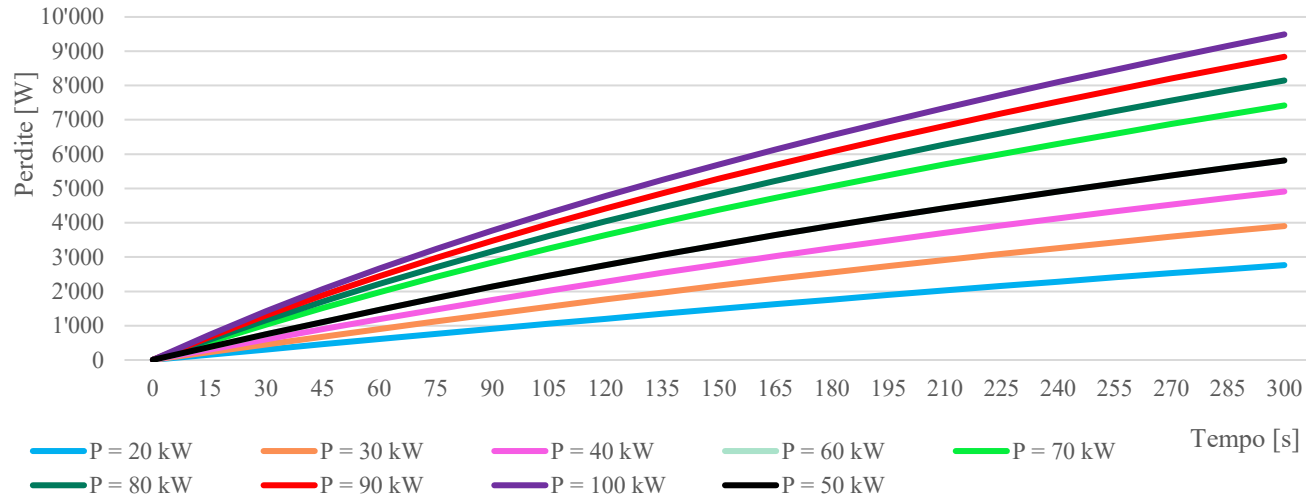
$$E_{ruota} = 21.03 \text{ kWh}$$

$$\eta = 12.68\%$$

- Potenza variabile → $P = 20 \div 100 \text{ kW}$

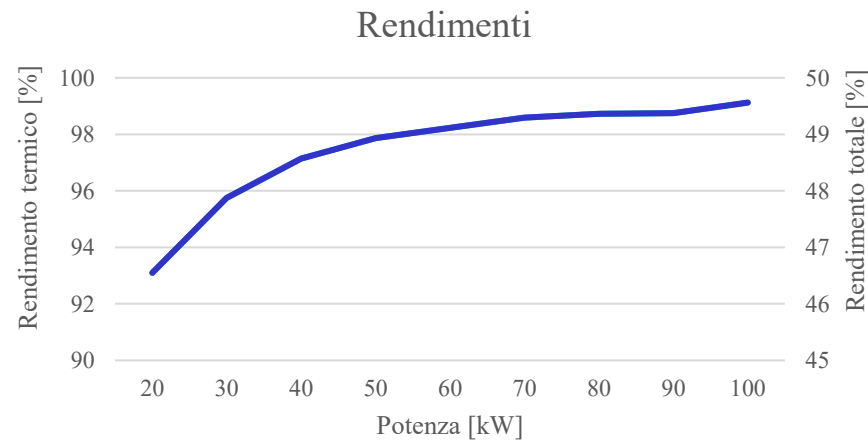


- Perdite (per convezione) \rightarrow $P_{dissipata} = \int_S dExchangeS$
Perdite



- Rendimento termico

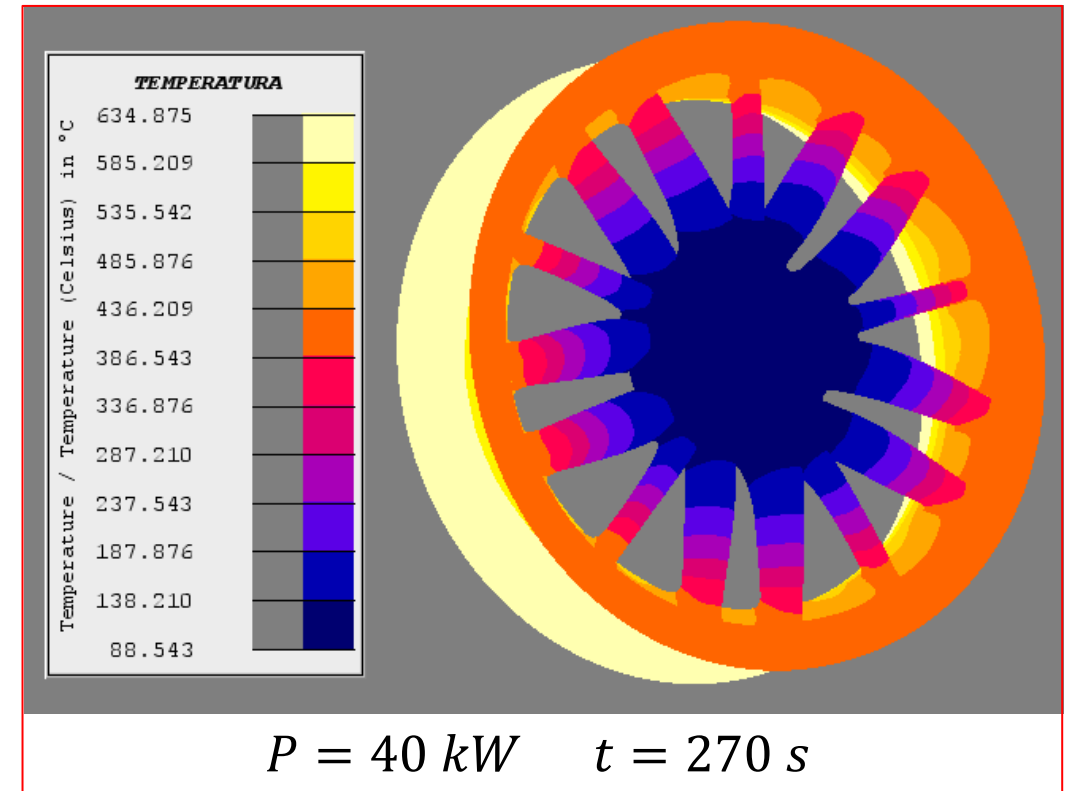
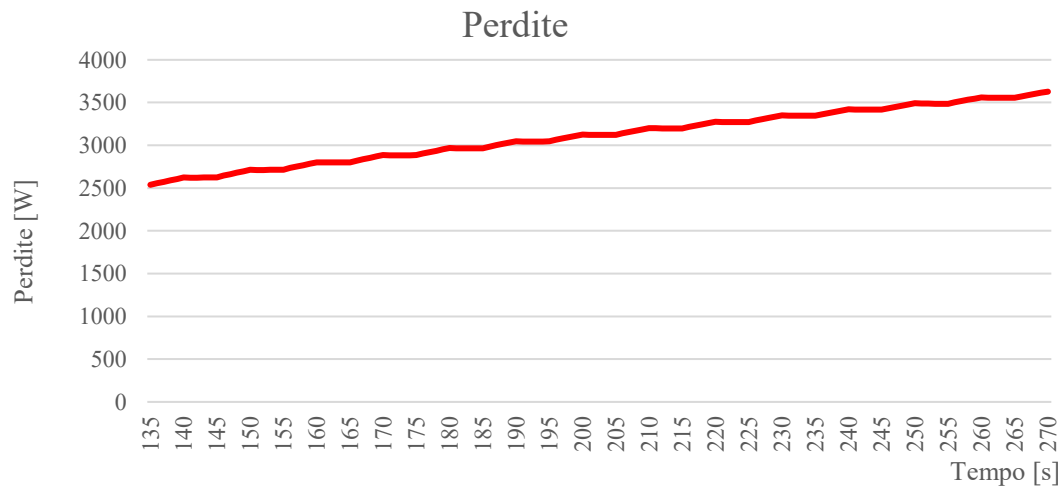
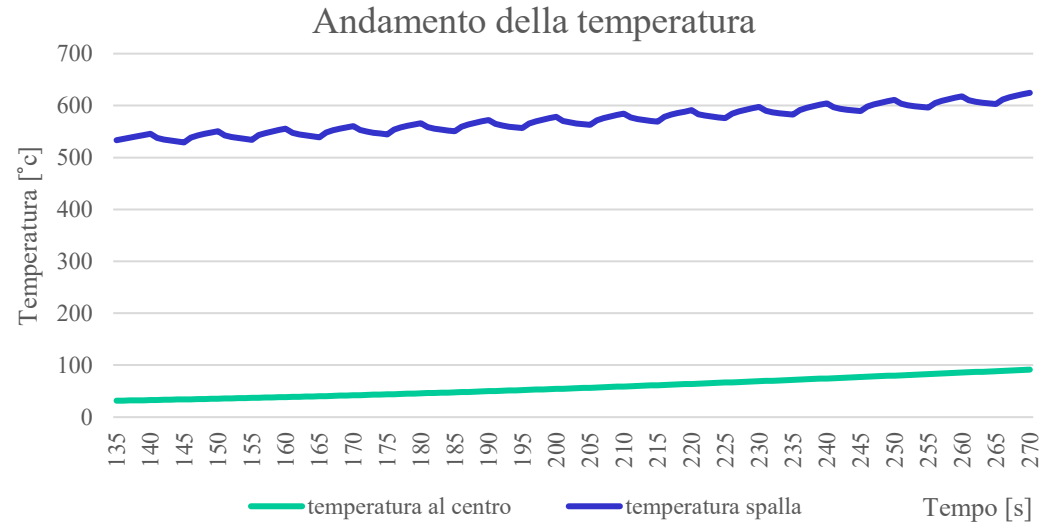
$$\eta_{termico} = \frac{E_{totale} - E_{dissipata}}{E_{totale}}$$



Rendimento totale

$$\eta_{tot} = \eta_{termico} \cdot \eta_{coil}$$

- ON: 5 s – OFF: 5 s



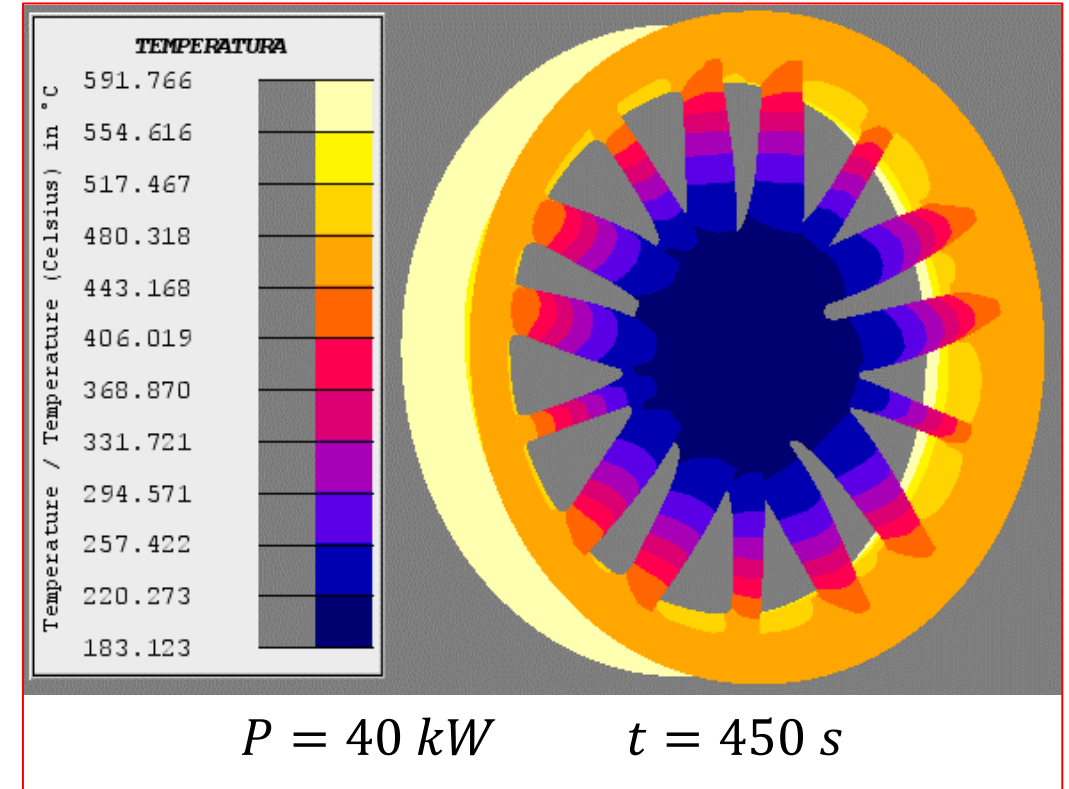
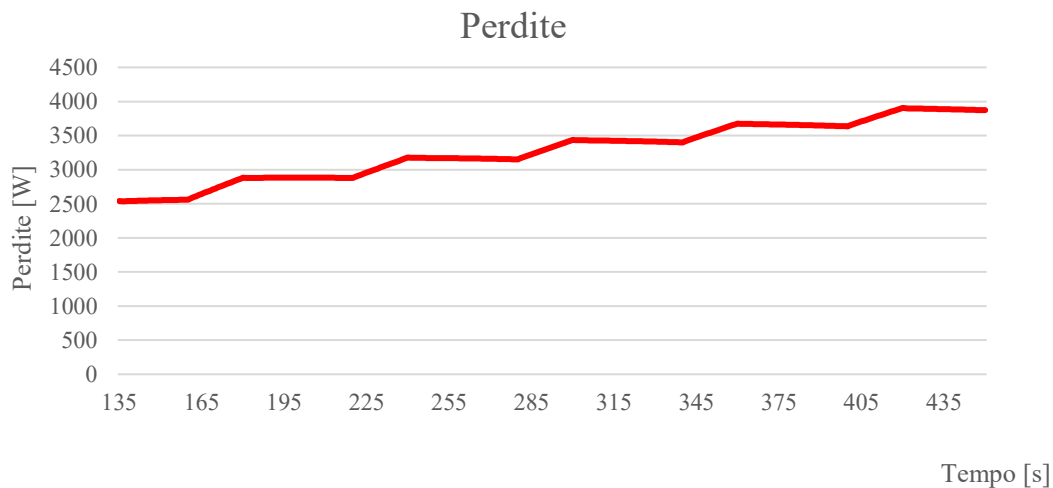
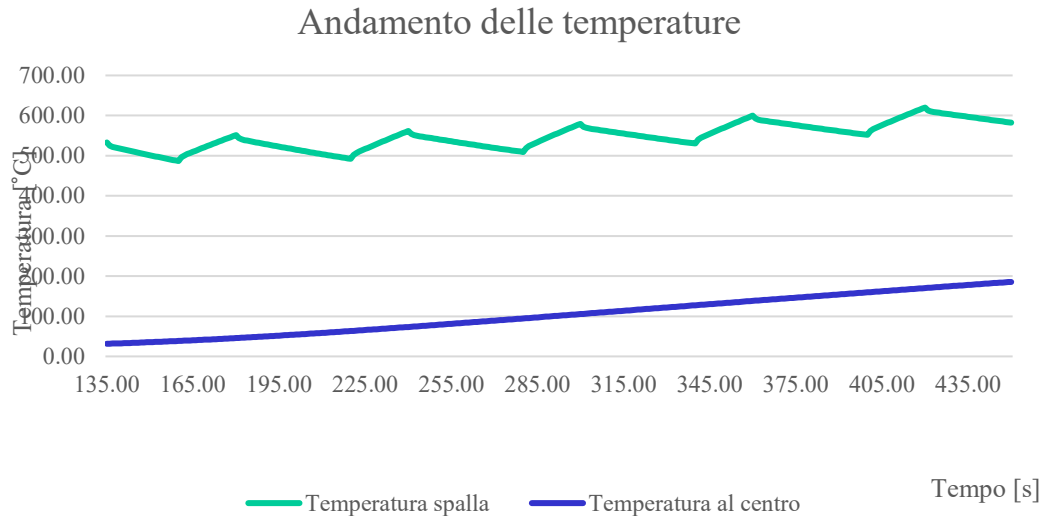
$$E_{dissipata} = \int_0^{T_{totale}} P_{dissipata} dt = 0.164 \text{ kWh}$$

$$E_{ruota} = 2.28 \text{ kWh}$$

$$\eta_{tot} = 46.39\%$$

$$\eta_{termico} = 92.78\%$$

- ON: 20 s – OFF: 40 s



$$E_{dissipata} = \int_0^{T_{totale}} P_{dissipata} dt = 0.325 \text{ kWh}$$

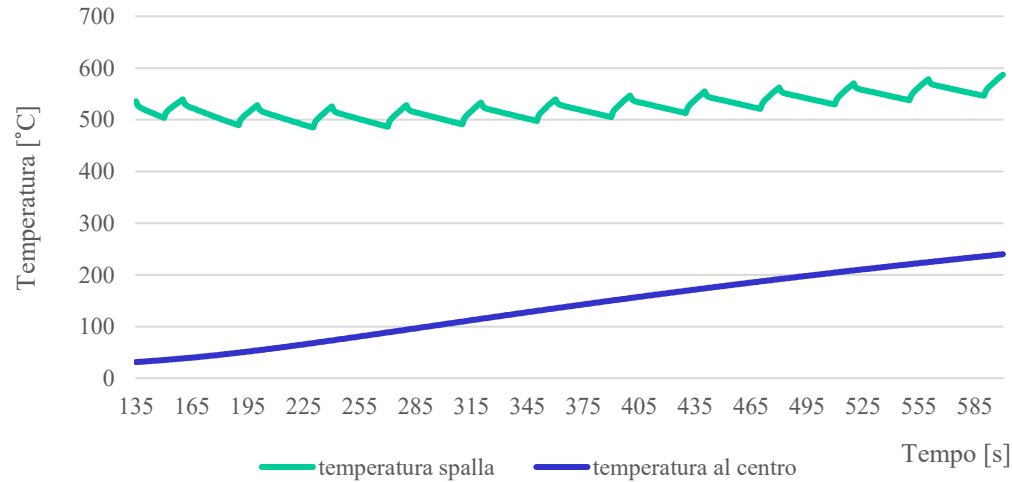
$$E_{ruota} = 2.61 \text{ kWh}$$

$$\eta_{tot} = 43.79\%$$

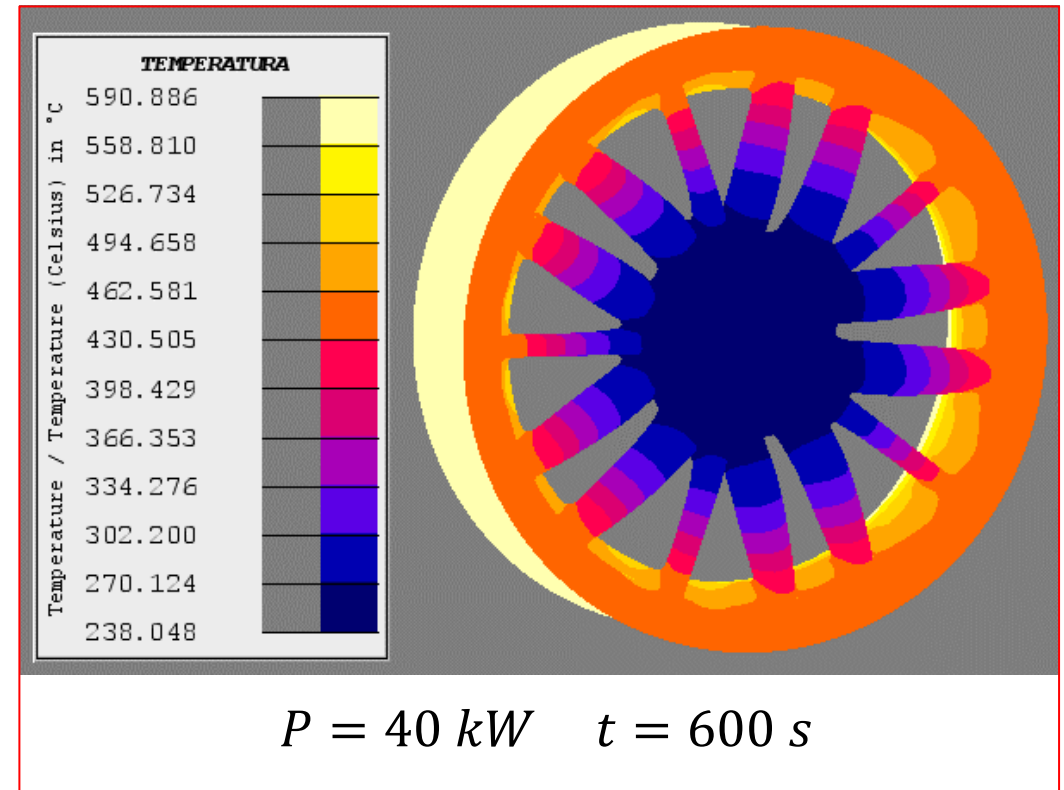
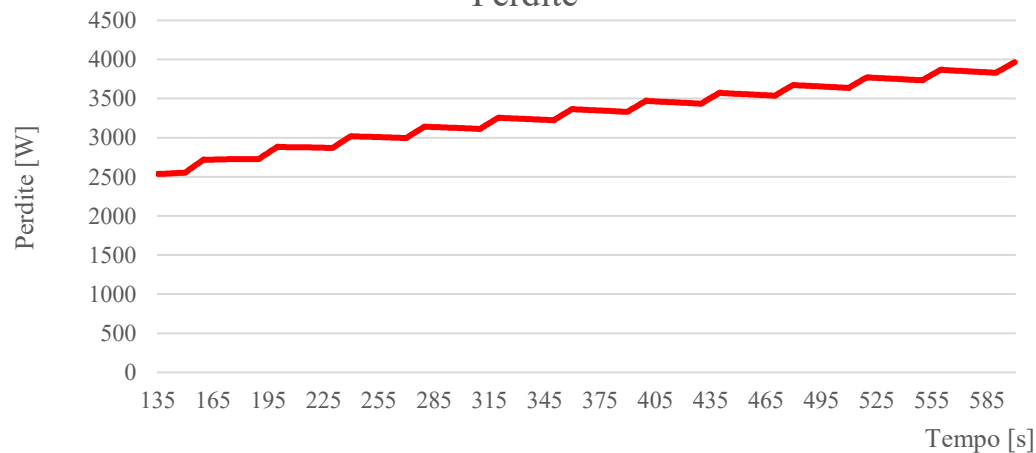
$$\eta_{termico} = 87.57\%$$

- ON: 10 s – OFF: 30 s

Andamento delle temperature



Perdite



$$E_{dissipata} = \int_0^{T_{totale}} P_{dissipata} dt = 0.454 \text{ kWh}$$

$$E_{ruota} = 2.83 \text{ kWh}$$

$$\eta_{tot} = 42\%$$

$$\eta_{termico} = 83.99\%$$

- **Considerazioni sul riscaldamento a convezione**

Si ottiene un riscaldamento abbastanza uniforme del cerchione, finché lo spessore è pressoché costante
Rendimento molto basso

- **Considerazioni sul riscaldamento ad induzione**

Se $P \nearrow \Rightarrow \eta \nearrow$ ($\eta = 93 \div 99\%$) e si ottiene un riscaldamento localizzato alla zona in prossimità dell'induttore

\Rightarrow non adatto se lo scopo è un riscaldamento uniforme MA è il metodo più efficiente per un riscaldamento localizzato

- **Confronto tra i tre processi di equalizzazione della temperatura**

ON: 5 s – OFF: 5 s $\rightarrow \eta$ massimo MA viene raggiunta una temperatura bassa al centro del cerchione

ON: 20 s – OFF: 40 s $\rightarrow \eta$ alto e impiega minor tempo