

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale

**Analisi magnetiche per il progetto preliminare di sensori DCCT
per la misura di corrente di fascio dell'esperimento SPIDER**

TUTOR UNIVERSITARIO
NICOLO' MARCONATO



LAUREANDO
MATTIA PECILE

Padova 14/09/2022

Il lavoro svolto verte sulla realizzazione di modelli numerici per la simulazione di sensori DCCT per la misura del fascio di corrente di ioni dell'esperimento SPIDER.

I modelli realizzati sono stati utili al fine di:

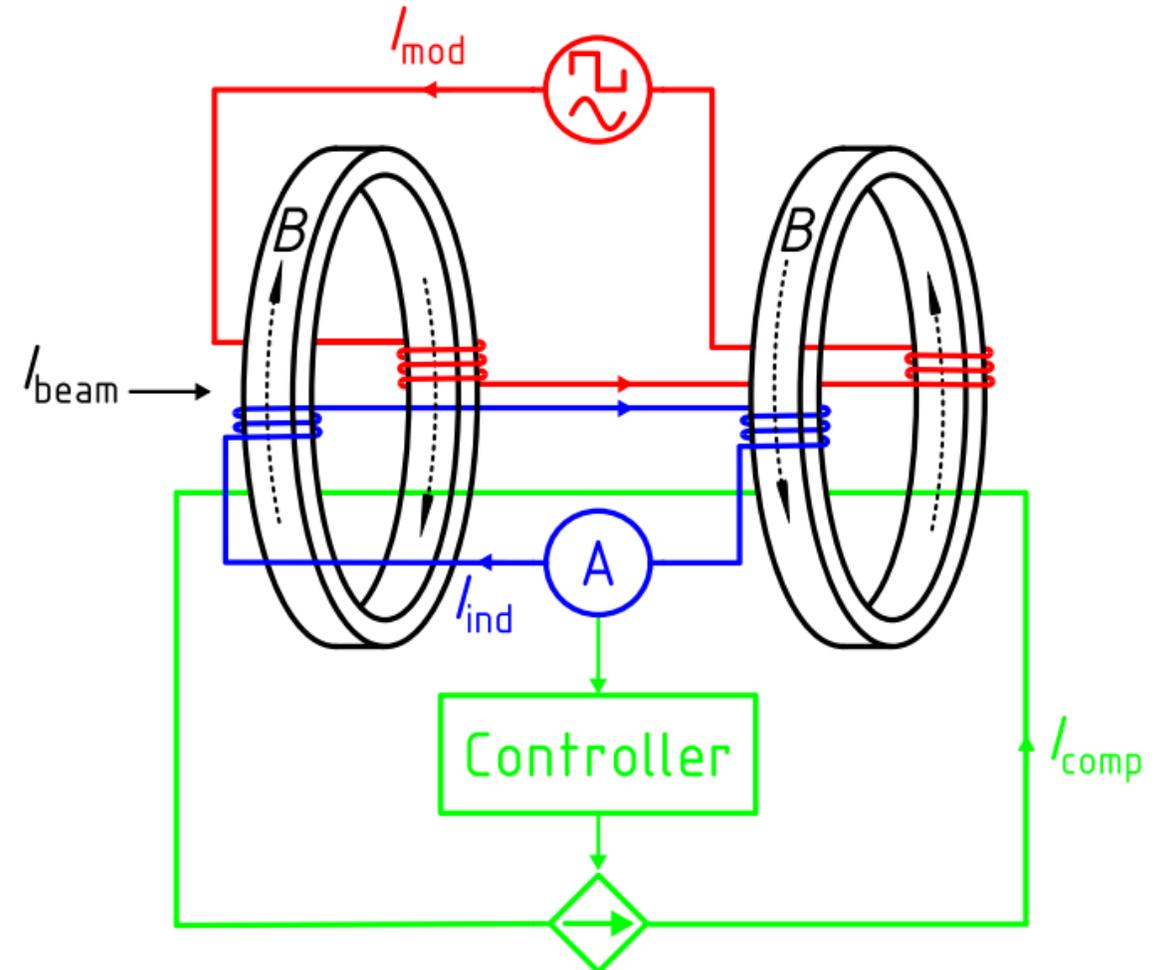
- simulare il prototipo di DCCT che verrà prossimamente realizzato;
- implementare un primo modello con geometria realistica di DCCT installabile in SPIDER e realizzare alcune prime analisi preliminari per valutarne la fattibilità.

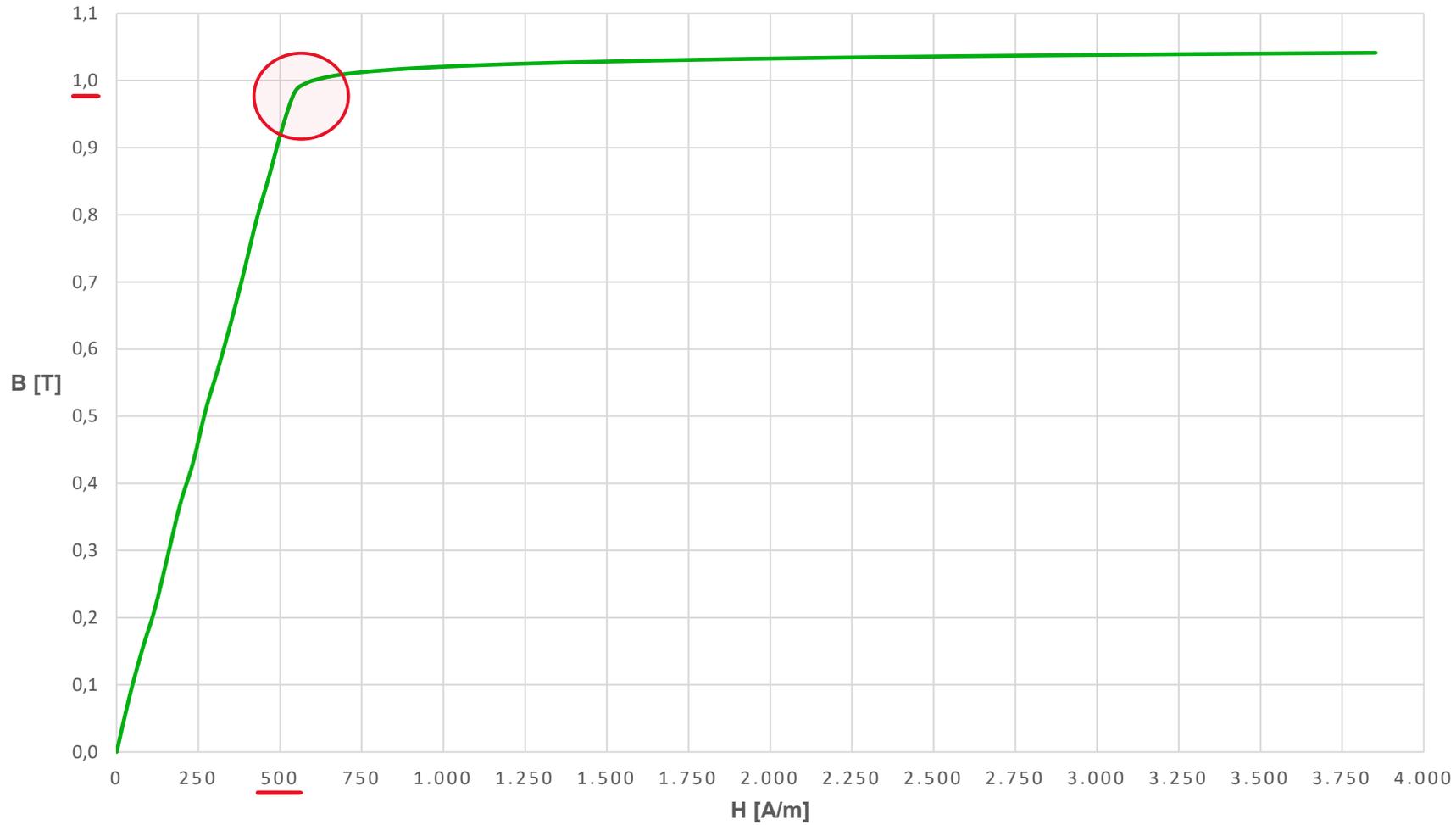
Il Direct current current transformer (DCCT) è un dispositivo che permette la misura accurata di correnti.

Permetterà una misura diretta del fascio di ioni di Spider.



- Due nuclei ferromagnetici coassiali sono magnetizzati in senso opposto da un segnale di modulazione attraverso;
- Due avvolgimenti di eccitazione (I_{mod}) avvolti in senso inverso attorno ai rispettivi nuclei per farli saturare;
- Un avvolgimento di pick-up (I_{ind}) avvolto su entrambi i nuclei permette la lettura della tensione indotta v_s ;
 - $v_s = 0$ se $I_{beam} = 0$
 - $v_s \neq 0$ se $I_{beam} \neq 0$
- Il fascio di ioni è compensato dalla corrente di compensazione (I_{comp}) generata da un controllore.

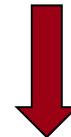




VITROVAC W774-01



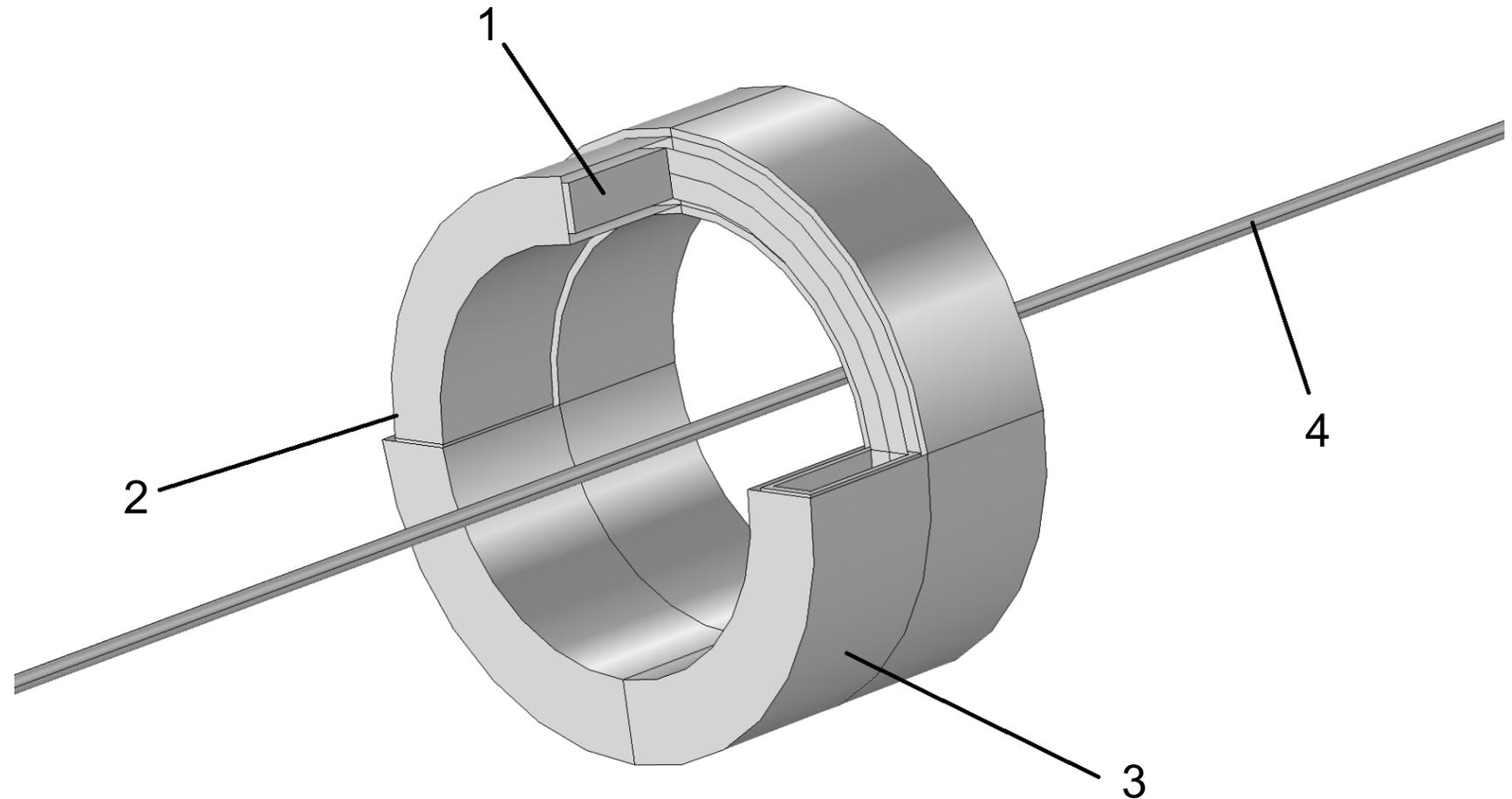
31 x 26 x 6.5 mm



30.6 x 26.4 x 6.1 mm

Il modello numerico è stato implementato tramite software Comsol Multiphysics creando una geometria parametrica.

1. Nucleo ferromagnetico
2. Avvolgimenti di eccitazione
3. Bobina di sensing
4. Beam



Studio **Stazionario** preliminare seguito da studio **Transitorio** nel dominio del tempo.

Fisica utilizzata: **circuiti elettrici e campi magnetici**.

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}$$

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$$

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} + \mathbf{J}_e$$

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$$

COMPONENTI

Nuclei ferromagnetici: **legge di Ampere**

Avvolgimenti di eccitazione: **bobina numerica, in serie, avvolgimento omogeneizzato**

Avvolgimento pick-up: **bobina numerica**, eccitato in corrente e **aperto** ($I=0$)

Beam: **corrente esterna**

} Bobina numerica

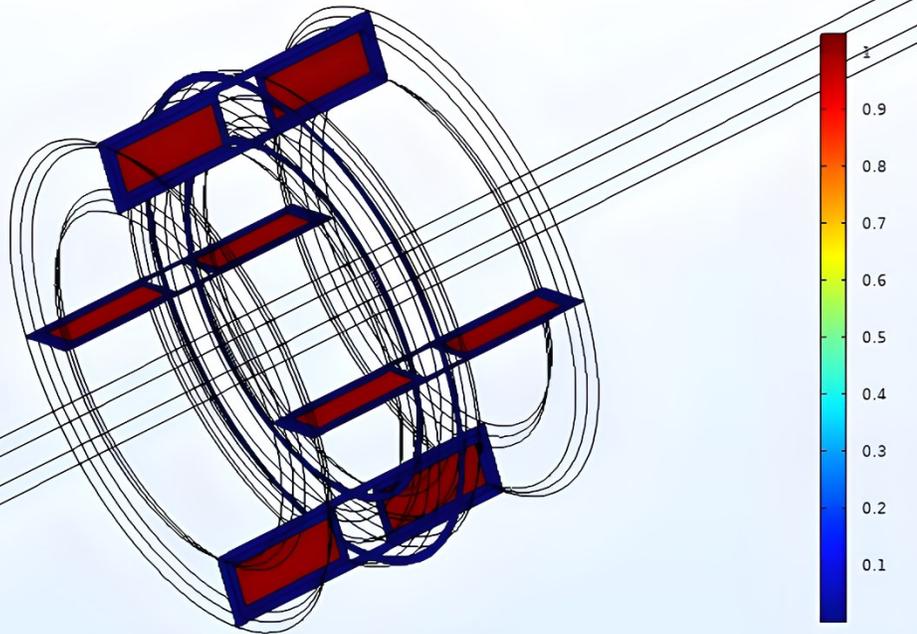


- definizione input/output forzanti
- analisi della geometria bobina

Nuclei ferromagnetici in saturazione

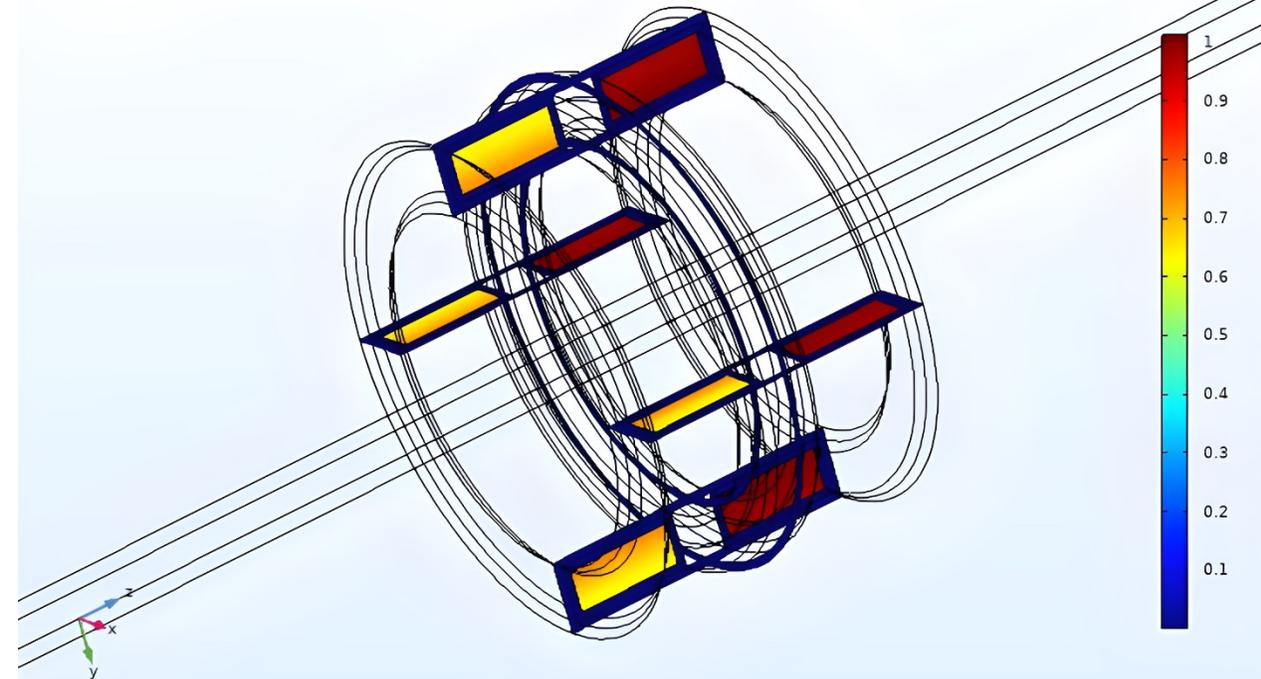
Time=0.0057227 s

Multislice: Campo di induzione magnetica, modulo (T)



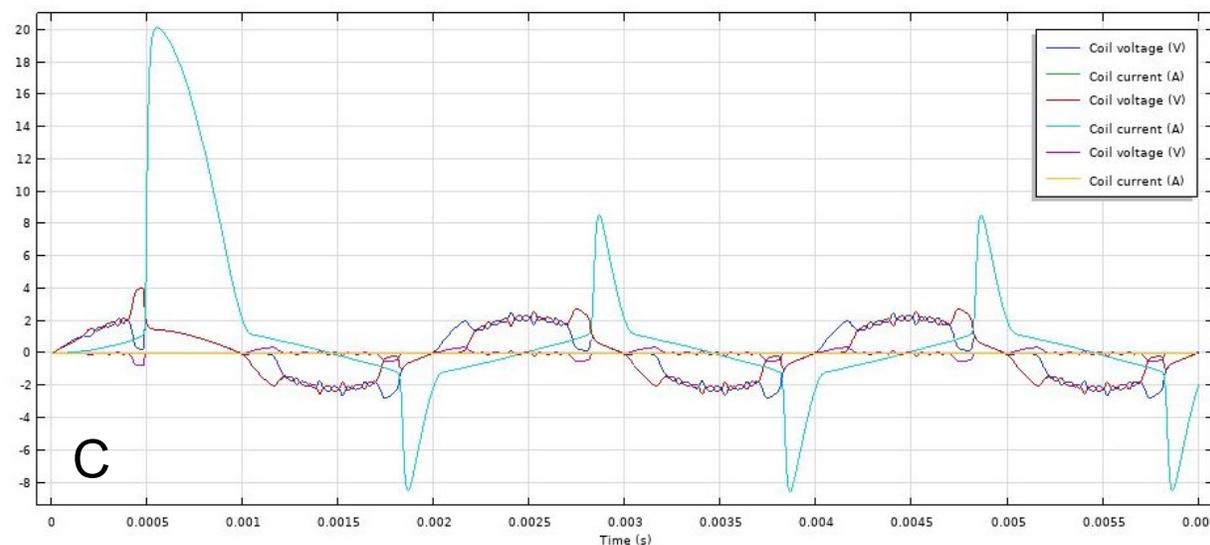
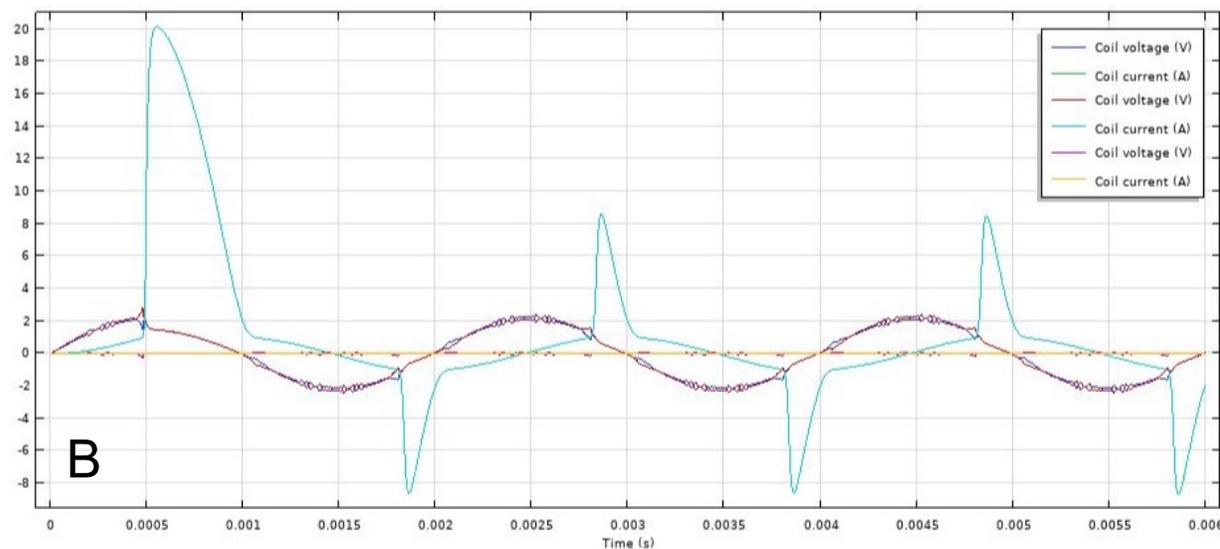
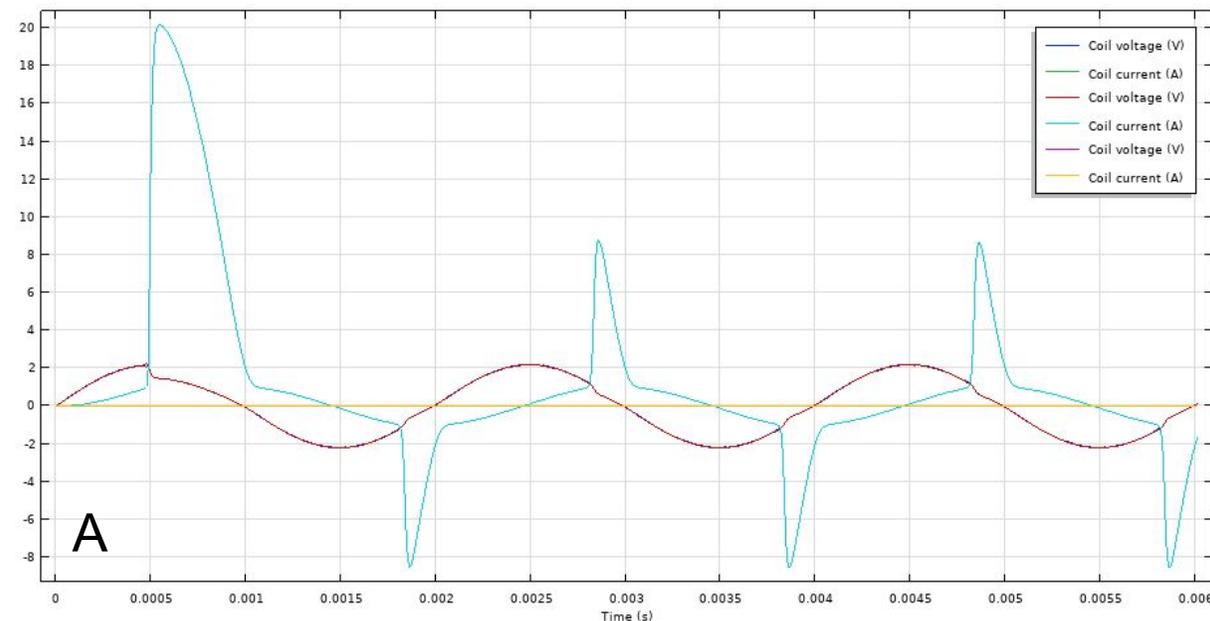
Time=0.006 s

Multislice: Campo di induzione magnetica, modulo (T)

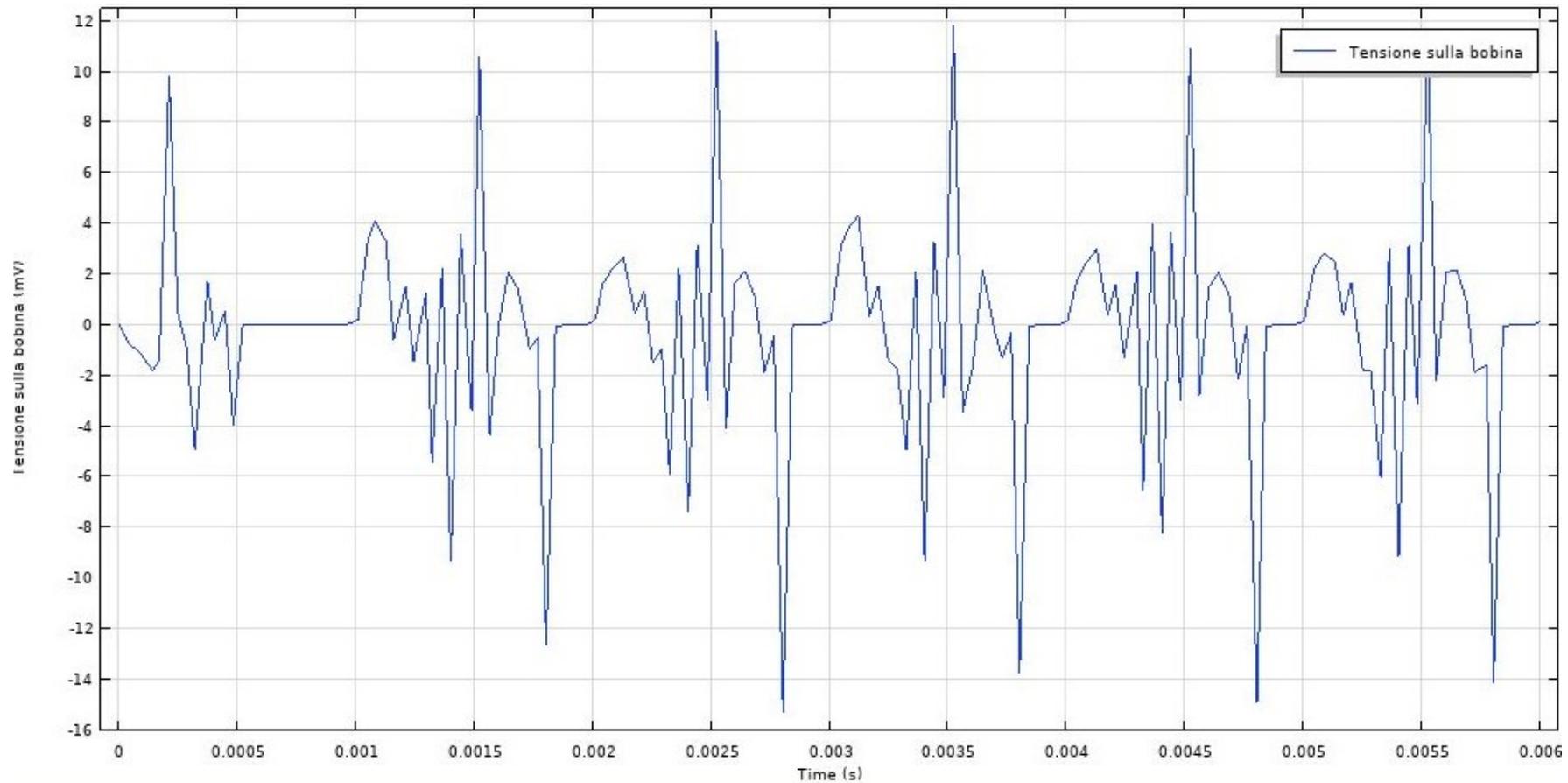


Vpk-pk	N	Nsense
8.8 V	50	10

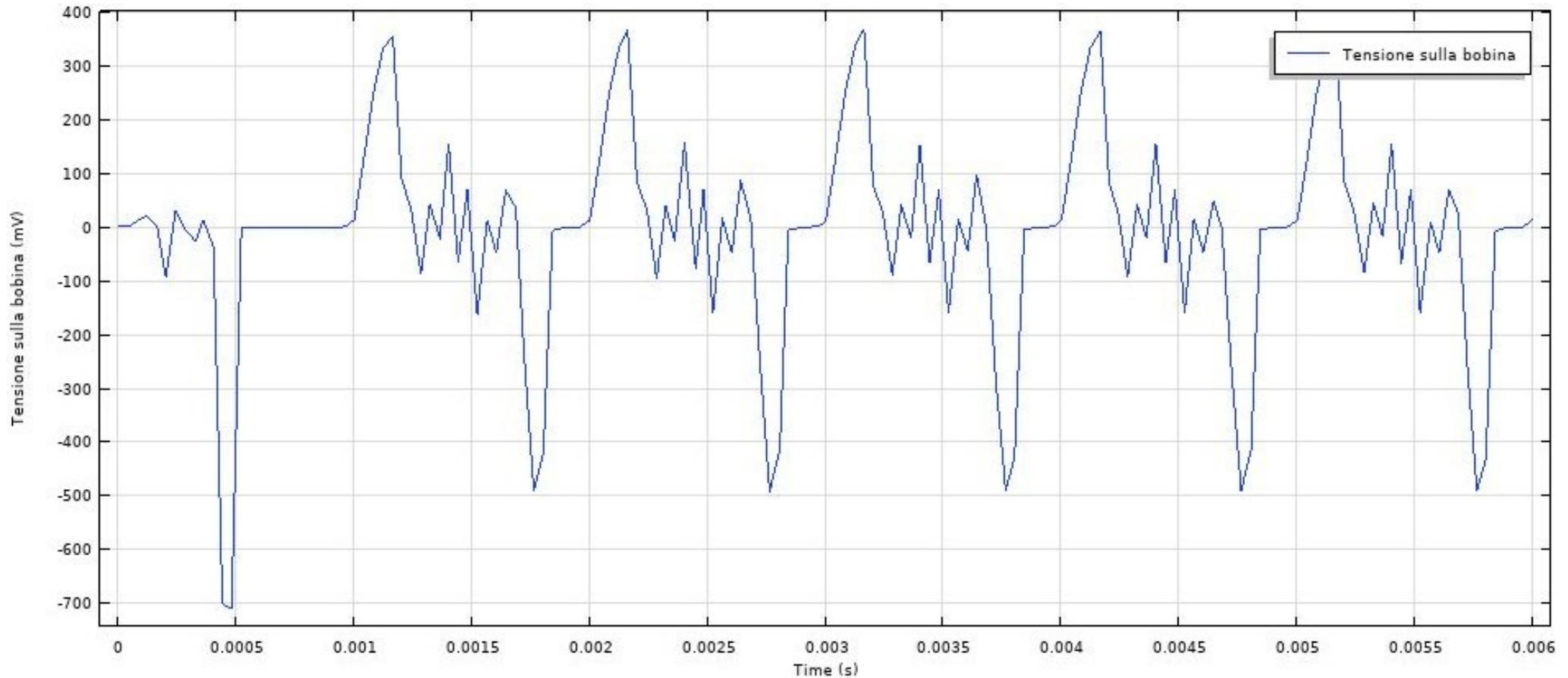
I_beam	
A	0.1 A
B	1 A
C	10 A



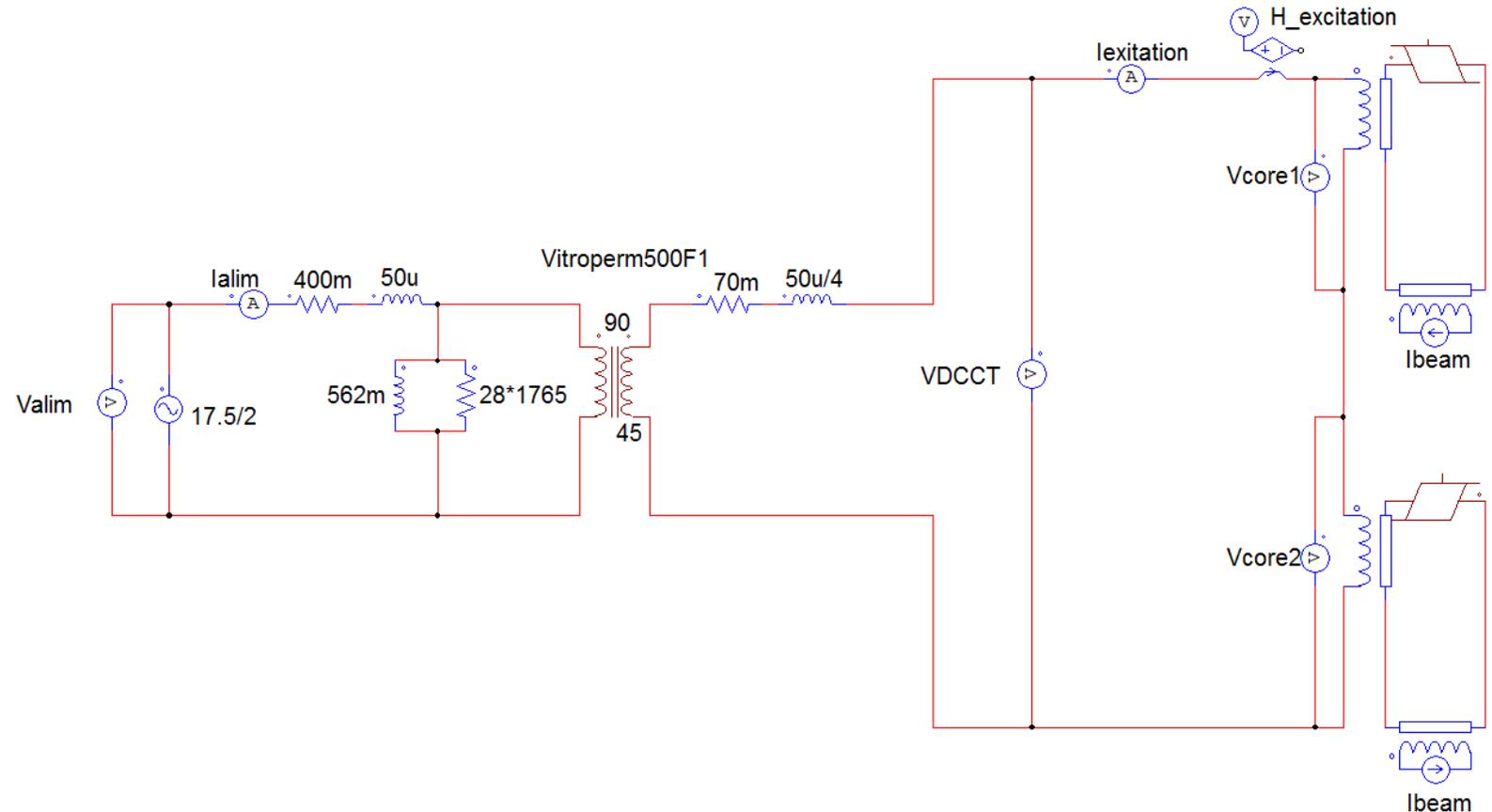
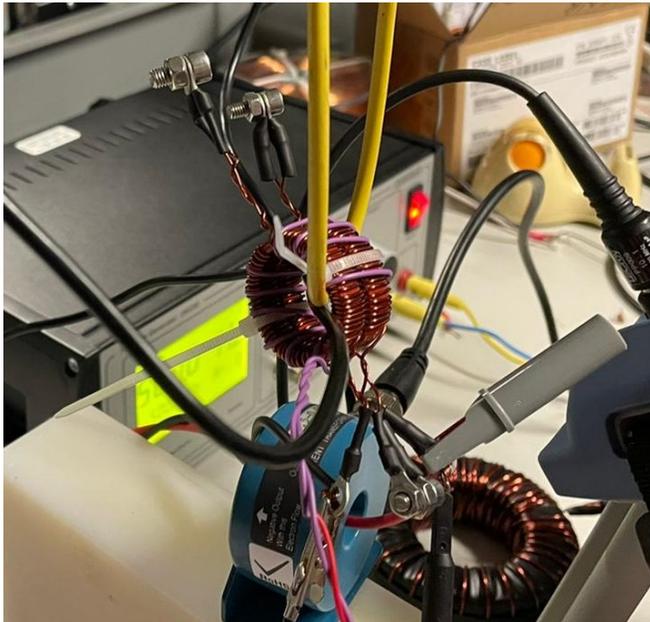
Tensione Sense [mV]
 $I_{beam}=0$ A

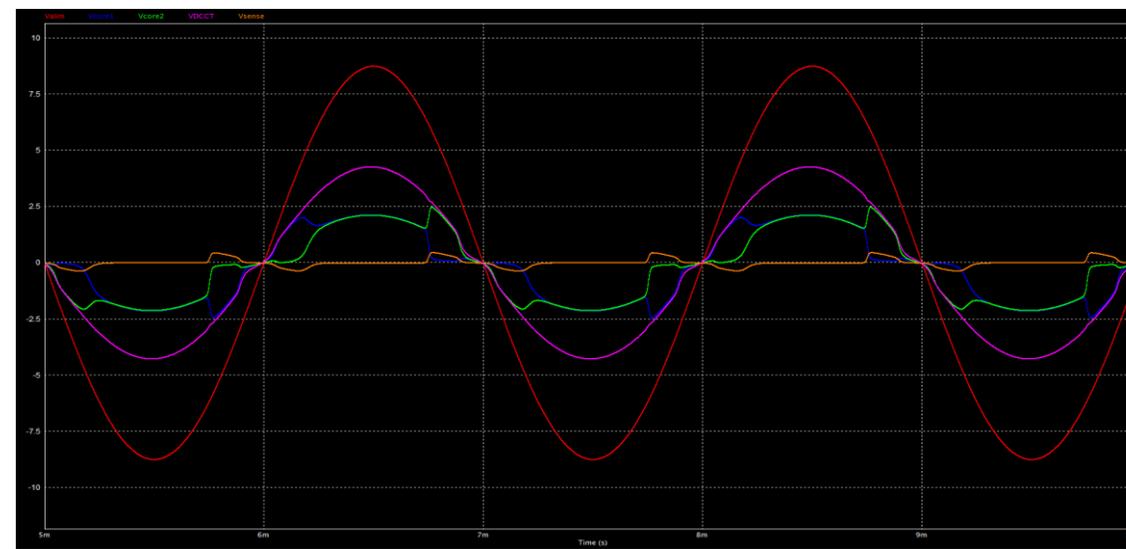
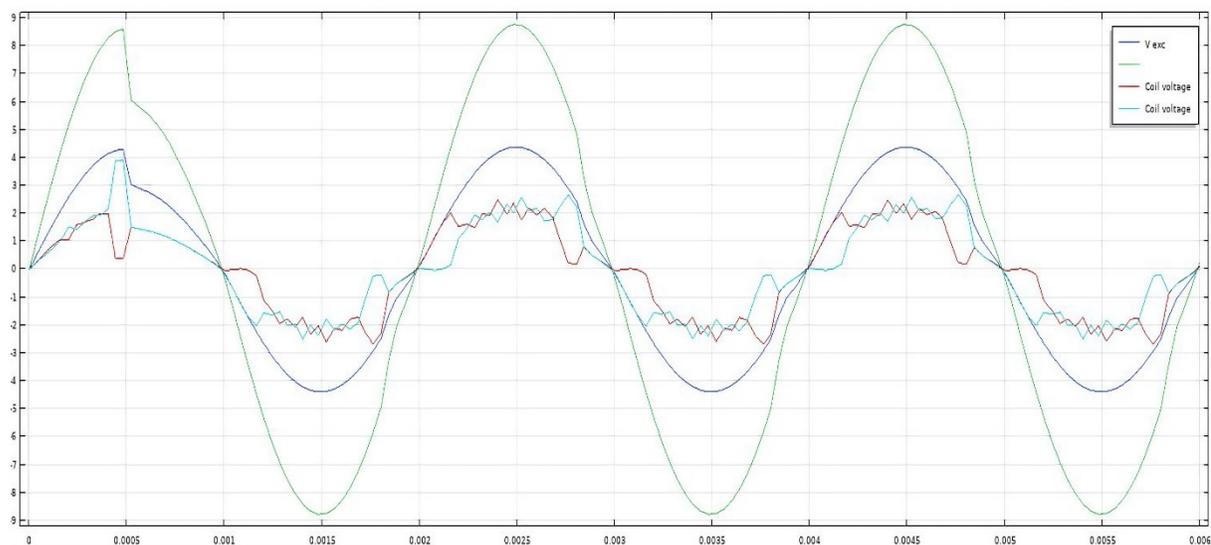
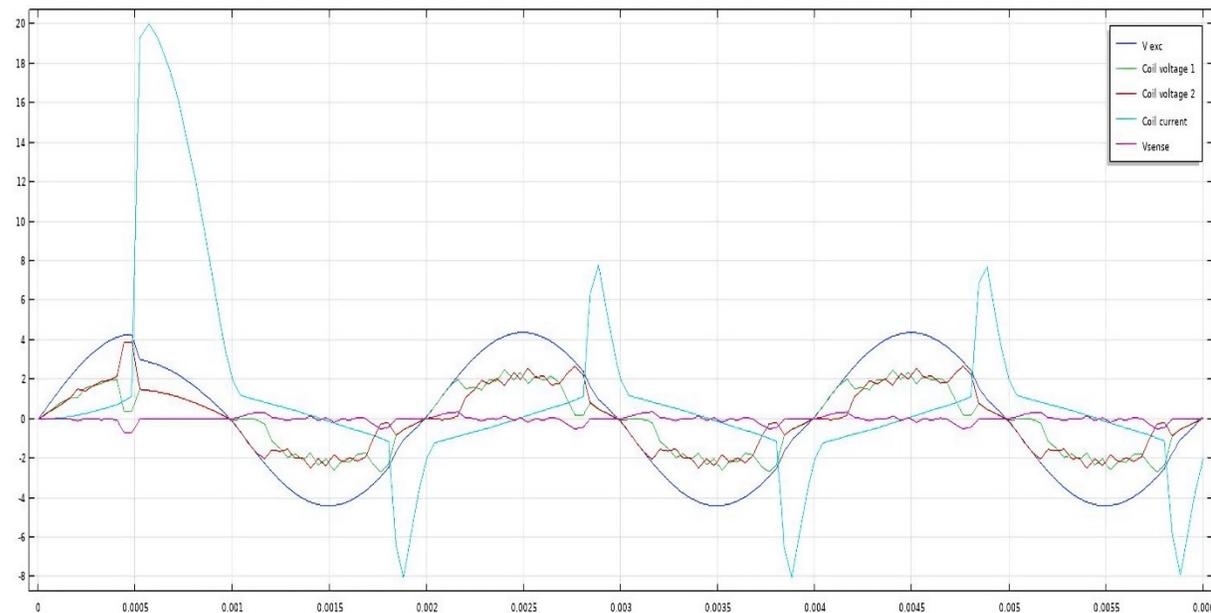


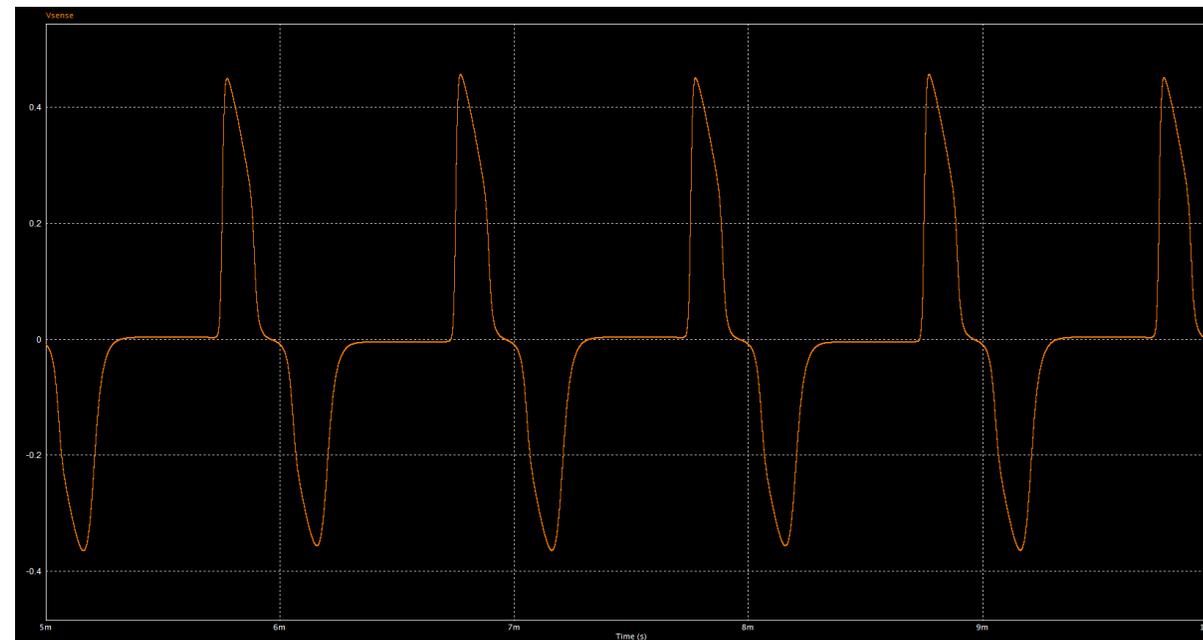
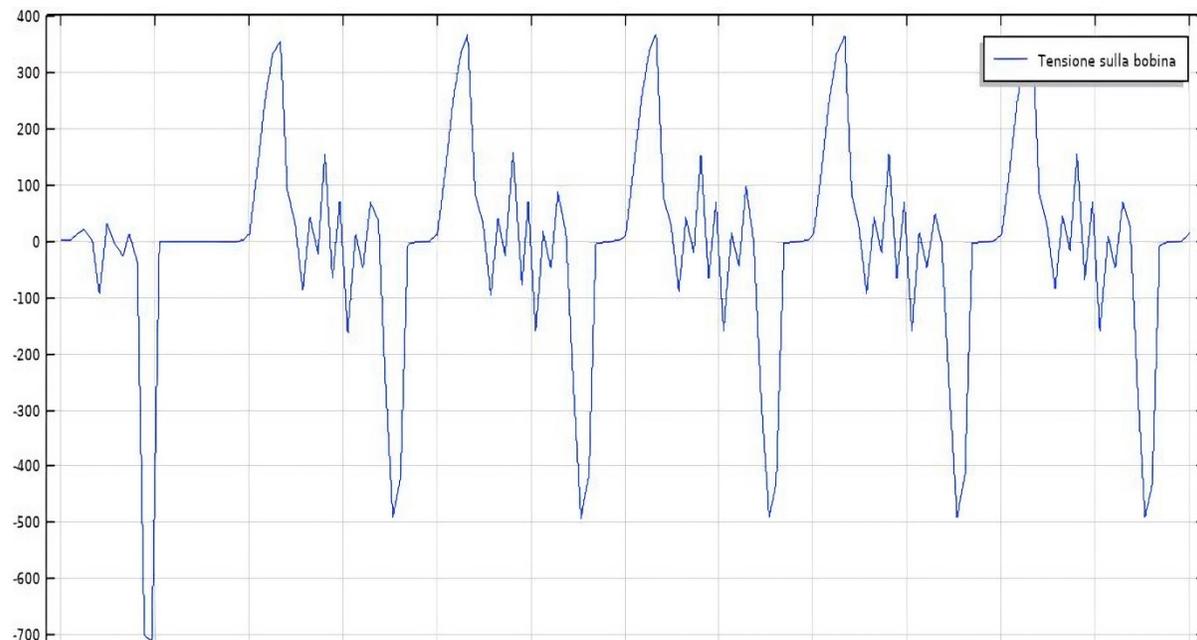
Tensione Sense [mV]
 $I_{\text{beam}}=10 \text{ A}$



E' stato realizzato un prototipo in laboratorio per valutare e confrontare i risultati ottenuti grazie alle simulazioni FEM.







Vsense_max		
I_beam	Modello numerico	Modello reale
0 A	15 mV	51 mV
1A	160 mV	195 mV
10 A	490 mV	486 mV

Next steps

- Geometria più realistica di nuclei e avvolgimenti
- Implementazione del modello circuitale completo in consoli
- Mesh più fine

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
