



POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE  
Prova Pratica

### Traccia I

Una azienda manifatturiera del sud Italia, specializzata in lavorazioni per asportazione di materiale di tipo convenzionale, ha stabilito, come nuova strategia di rilancio della propria attività, la messa in produzione di un nuovo componente (mostrato nello schizzo in allegato).

Legenda: D=diametro, L=lunghezza,  
il numero si riferisce alla parte del  
componente indicato in figura

Materiale: Acciaio C30

D2=30mm

D4 = 50mm

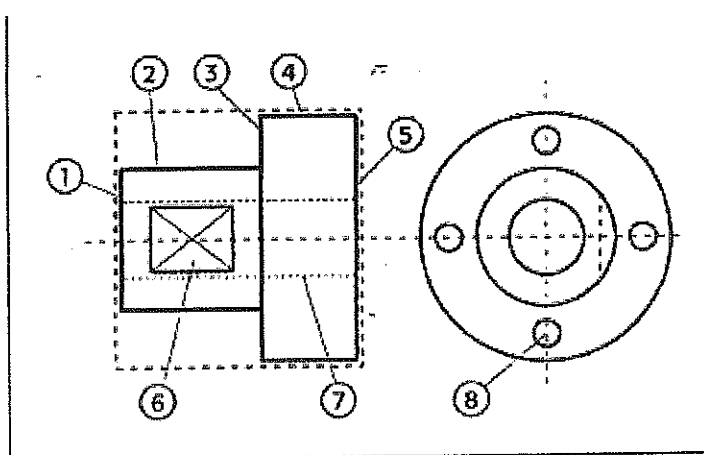
L7=100mm

L6=20mm

L4=20mm

D8=10mm

Tolleranza di coassialità della superficie (4)  
riferita all'asse foro interno (7) pari a  
 $\Phi=0,08\text{mm}$



Il componente verrà prodotto in 2 varianti: tipo A) non bonificato con sole 2 superfici cementate (6) e (7), e tipo B) con sola bonifica. Il volume di vendite previsto a régime è di 10.000 pezzi/ anno; è noto, inoltre, che i principali mercati, sia per la vendita che la fornitura di componenti per utensili, sono allocati nel Nord Europa.

Per consentire una adeguata azione di penetrazione sui mercati, il management ha altresì deciso di investire nella costruzione di un nuovo impianto, dedicato esclusivamente alla produzione del componente, da realizzarsi in terreno attiguo all'impianto esistente di proprietà della stessa azienda. A tal fine ha deciso di affidare una valutazione di massima della fattibilità della iniziativa imprenditoriale ad un professionista esterno.

Il candidato, assumendo ragionevolmente tutti i dati tecnici, tecnologici ed economici necessari risponda ai seguenti quesiti motivando le scelte fatte:

- 1) definisca tutte le fasi di lavoro da compiersi nel nuovo impianto (*make*) e quelle da affidare in subfornitura all'esterno (*buy*), definendo i materiali necessari per la costruzione dell'utensile in oggetto;
- 2) progetti il ciclo di lavoro dell'utensile, per le sole fasi di lavoro *make*, definendo i tempi di lavorazione;
- 3) scelga, quindi, il tipo, le caratteristiche ed il numero di macchine utensili necessarie per la realizzazione del nuovo impianto, tali da garantire almeno la cadenza produttiva richiesta;
- 4) definisca il numero di operatori ed i turni lavorativi nella condizione di régime in funzione della distinta base;
- 5) predisponga un piano di approvvigionamento materiali nella condizione di régime;





**POLITECNICO DI BARI**

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

**CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**  
**LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**  
Prova Pratica

- 6) dimensioni le scorte minime interoperazionali e di materia prima, oltre che la dimensione dei magazzini di prodotti finiti, nella ipotesi che la cadenza delle consegne sia di tipo settimanale con andamento non stagionale;
- 7) tracci il layout di massima del nuovo impianto produttivo;
- 8) stimi il costo di produzione del nuovo componente, supponendo che i costi generali di impianto incidano per una quota complessiva del 20% del costo totale di prodotto;
- 9) valuti il costo minimo di vendita per assicurare la remuneratività dell'investimento nell'ipotesi di vendita certa di tutti i prodotti;
- 10) predisponga un piano per il controllo statistico del processo produttivo.

**Traccia II**

Si vuole realizzare un impianto a ciclo combinato (turbina a gas monoalbero a ciclo aperto – turbina a vapore) di tipo *unfired*, alimentato con gas metano, che fornisca una potenza elettrica,  $P_{u\ tot}$ , pari a 200 MW<sub>el</sub>.

Il candidato fornisca la configurazione impiantistica da adottare e, assumendo i dati necessari, valuti: i punti termodinamici principali dei due cicli; le portate di aria,  $G_a$ , e di combustibile,  $G_b$ , per la turbina a gas; la portata di vapore,  $G_v$ , elaborata nella caldaia a recupero; il rendimento termico utile del ciclo combinato.

Il candidato effettui, infine, il dimensionamento di massima del condensatore dell'impianto a vapore, ipotizzando opportuni coefficienti di scambio termico, nell'ipotesi di avere sufficiente acqua di raffreddamento alla temperatura  $T_{H_2O\ in} = 14^\circ C$ .

**Traccia III**

Il candidato effettui la progettazione di massima di una pressa per il compattamento di materie plastiche di riciclaggio. La pressa ha un'area di lavoro di 1.3 m<sup>2</sup>, su cui può esercitare una pressione massima di 30 bar, con una corsa di 0.5 m. Il compattamento deve avvenire in non più di 10 secondi.

Si effettui uno schizzo tecnico del complessivo della macchina e del meccanismo attuatore che ne chiarisca il funzionamento.

Dato un costo stimato della pressa di 12000 euro (da ammortizzare in un anno) e un costo dell'energia di 0,16 €/kWh, stimare il numero di cicli di compattamento, costo ciclo e costo annuo per smaltire 230000 m<sup>3</sup> di materiale non compattato. Si assumano opportunamente tutti i dati mancanti.





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA  
Prova Pratica

### Traccia I

Una azienda manifatturiera del sud Italia, specializzata in lavorazioni per asportazione di materiale di tipo convenzionale, ha stabilito, come nuova strategia di rilancio della propria attività, la messa in produzione di un nuovo componente (mostrato nello schizzo in allegato).

Legenda: D=diametro, L=lunghezza,  
il numero si riferisce alla parte del  
componente indicato in figura

Materiale: Acciaio C30

D2=30mm

D4 = 50mm

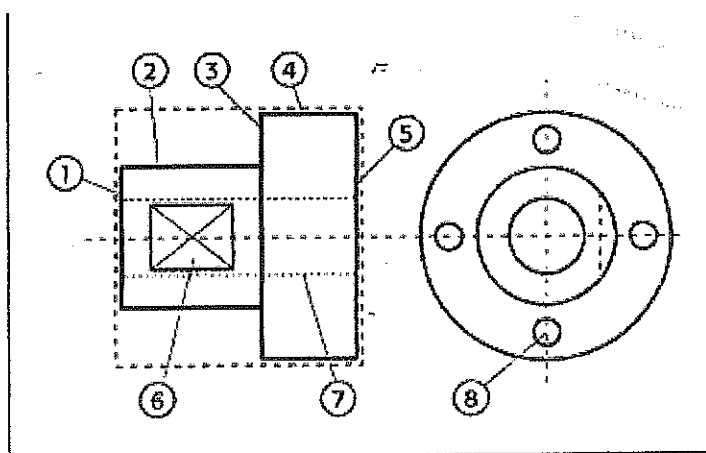
L7=100mm

L6=20mm

L4=20mm

D8=10mm

Tolleranza di coassialità della superficie (4)  
riferita all'asse foro interno (7) pari a  
 $\Phi=0,08\text{mm}$



Il componente verrà prodotto in 2 varianti: tipo A) non bonificato con sole 2 superfici cementate (6) e (7), e tipo B) con sola bonifica. Il volume di vendite previsto a régime è di 10.000 pezzi/ anno; è noto, inoltre, che i principali mercati, sia per la vendita che la fornitura di componenti per utensili, sono allocati nel Nord Europa.

Per consentire una adeguata azione di penetrazione sui mercati, il management ha altresì deciso di investire nella costruzione di un nuovo impianto, dedicato esclusivamente alla produzione del componente, da realizzarsi in terreno attiguo all'impianto esistente di proprietà della stessa azienda. A tal fine ha deciso di affidare una valutazione di massima della fattibilità della iniziativa imprenditoriale ad un professionista esterno.

Il candidato, assumendo ragionevolmente tutti i dati tecnici, tecnologici ed economici necessari risponda ai seguenti quesiti motivando le scelte fatte:

- 1) definisca tutte le fasi di lavoro da compiersi nel nuovo impianto (*make*) e quelle da affidare in subfornitura all'esterno (*buy*), definendo i materiali necessari per la costruzione dell'utensile in oggetto;
- 2) progetti il ciclo di lavoro dell'utensile, per le sole fasi di lavoro *make*, definendo i tempi di lavorazione;
- 3) scelga, quindi, il tipo, le caratteristiche ed il numero di macchine utensili necessarie per la realizzazione del nuovo impianto, tali da garantire almeno la cadenza produttiva richiesta;
- 4) definisca il numero di operatori ed i turni lavorativi nella condizione di régime in funzione della distinta base;
- 5) predisponga un piano di approvvigionamento materiali nella condizione di régime;





**POLITECNICO DI BARI**

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

**CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**  
**LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA**  
Prova Pratica

- 6) dimensioni le scorte minime interoperazionali e di materia prima, oltre che la dimensione dei magazzini di prodotti finiti, nella ipotesi che la cadenza delle consegne sia di tipo settimanale con andamento non stagionale;
- 7) tracci il layout di massima del nuovo impianto produttivo;
- 8) stimi il costo di produzione del nuovo componente, supponendo che i costi generali di impianto incidano per una quota complessiva del 20% del costo totale di prodotto;
- 9) valuti il costo minimo di vendita per assicurare la remuneratività dell'investimento nell'ipotesi di vendita certa di tutti i prodotti;
- 10) predisponga un piano per il controllo statistico del processo produttivo.

**Traccia II**

Si vuole realizzare un impianto a ciclo combinato (turbina a gas monoalbero a ciclo aperto – turbina a vapore) di tipo *unfired*, alimentato con gas metano, che fornisca una potenza elettrica,  $P_{u\ tot}$ , pari a 200 MW<sub>el</sub>.

Il candidato fornisca la configurazione impiantistica da adottare e, assumendo i dati necessari, valuti: i punti termodinamici principali dei due cicli; le portate di aria,  $G_a$ , e di combustibile,  $G_b$ , per la turbina a gas; la portata di vapore,  $G_v$ , elaborata nella caldaia a recupero; il rendimento termico utile del ciclo combinato.

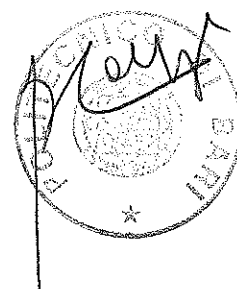
Il candidato effettui, infine, il dimensionamento di massima del condensatore dell'impianto a vapore, ipotizzando opportuni coefficienti di scambio termico, nell'ipotesi di avere sufficiente acqua di raffreddamento alla temperatura  $T_{H_2O\ in} = 14^\circ C$ .

**Traccia III**

Il candidato effettui la progettazione di massima di una pressa per il compattamento di materie plastiche di riciclaggio. La pressa ha un'area di lavoro di 1.3 m<sup>2</sup>, su cui può esercitare una pressione massima di 30 bar, con una corsa di 0.5 m. Il compattamento deve avvenire in non più di 10 secondi.

Si effettui uno schizzo tecnico del complessivo della macchina e del meccanismo attuatore che ne chiarisca il funzionamento.

Dimensionare tutti i componenti necessari assumendo opportunamente i dati mancanti.





POLITECNICO DI BARI

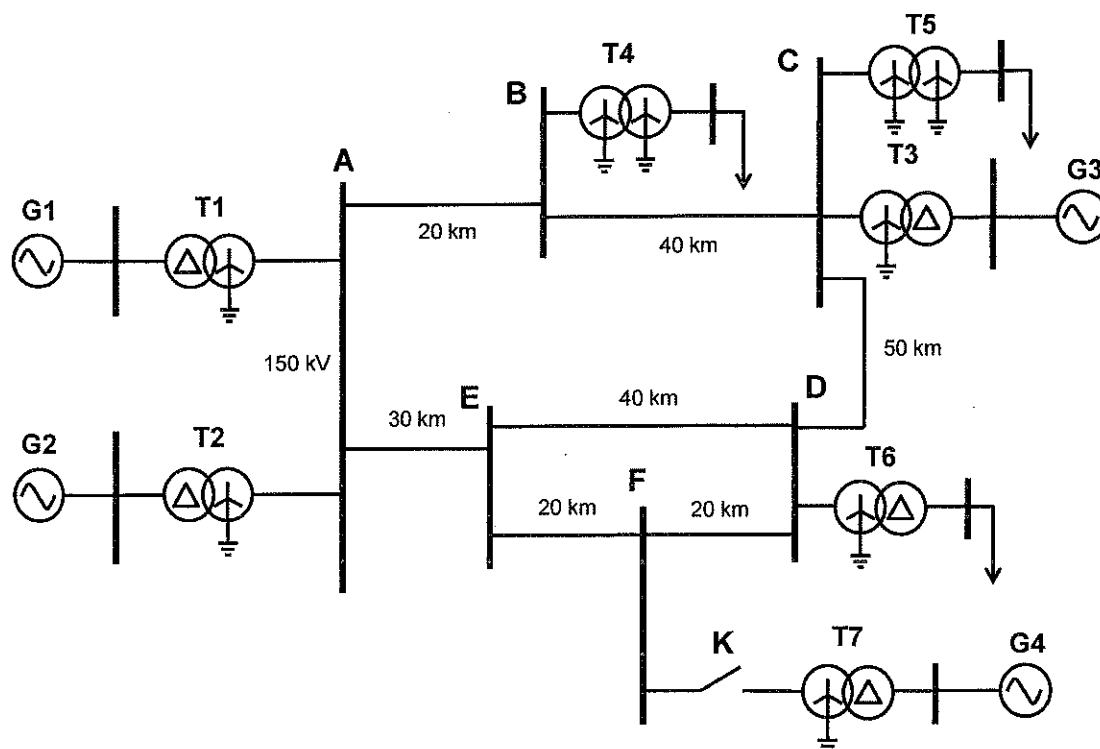
Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA – LAUREA MAGISTRALE  
Prova Pratica

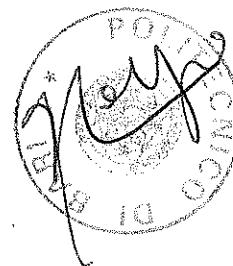
**Tema n. 1**

Per la rete elettrica di potenza riportata in figura, determinare:

- la potenza di corto-circuito trifase alla sbarra D, E con interruttore K aperto.
- la potenza di corto-circuito trifase alla sbarra F con interruttore K chiuso.
- I valori delle tensioni e delle correnti in caso di un guasto bifase franco a terra alla sbarra A, con interruttore K chiuso.



Linee a 150 kV:	$X_d = 0,3375 \Omega/\text{km}$	$X_o = 3 \cdot X_d$			
G1:	$A_n = 100 \text{ MVA}$	$V_n = 20 \text{ kV}$	$X_d = 100\%$	$X_i = 15\%$	
G2:	$A_n = 100 \text{ MVA}$	$V_n = 20 \text{ kV}$	$X_d = 120\%$	$X_i = 17\%$	
G3:	$A_n = 125 \text{ MVA}$	$V_n = 20 \text{ kV}$	$X_d = 120\%$	$X_i = 12\%$	$X_o = 8\%$
G4:	$A_n = 50 \text{ MVA}$	$V_n = 10 \text{ kV}$	$X_d = 100\%$	$X_i = 20\%$	$X_o = 12\%$
T1, T2:	$A_n = 100 \text{ MVA}$	$V_{cc}\% = 12\%$			
T3:	$A_n = 125 \text{ MVA}$	$V_{cc}\% = 14\%$			
T4, T5:	$A_n = 100 \text{ MVA}$	$V_{cc}\% = 11\%$			
T6, T7:	$A_n = 50 \text{ MVA}$	$V_{cc}\% = 10\%$			





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)

Prima Sessione 2012

CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA - LAUREA MAGISTRALE

Prova Pratica

**Tema n. 2**

Su un motore ad induzione trifase con rotore a gabbia di scoiattolo, avente i seguenti dati di targa

- tensione nominale  $V_n = 6000 \text{ V}$
- potenza nominale  $P_n = 900 \text{ kW}$
- fattore di potenza  $\cos\phi = 0.85$  in rit.
- temperatura convenzionale  $\theta_R = 95 \text{ }^\circ\text{C}$
- corrente nominale  $I_n = 106 \text{ A}$
- velocità nominale  $N_n = 1490 \text{ giri/min}$
- frequenza nominale  $f = 50 \text{ Hz}$

sono state effettuate una misura della resistenza di fase di statore a temperatura convenzionale ( $R_s = 0,34906 \text{ } \Omega$ ), una prova a vuoto meccanico, una prova a rotore bloccato alla frequenza nominale ed una prova a carico con frequenza e tensione nominali. I dati di misura delle tre prove sono riportati nelle tabelle seguenti:

Prova a vuoto meccanico

Potenza attiva [W]	Corrente di armatura [A]	Tensione di armatura [V]
13370	31,96	6602,3
11720	27,86	6001,6
10730	24,44	5401,4
9470	21,48	4799,1
8760	18,60	4202,0
7750	15,75	3601,1
7000	12,99	3001,8
6360	10,49	2398,5

Prova a rotore bloccato

Potenza attiva [W]	Corrente di armatura [A]	Tensione di armatura [V]
11420	53,04	949,6
45010	105,95	1635,1
115660	169,70	2388,9

Prova a carico

Potenza attiva [kW]	Corrente di armatura [A]	Velocità [giri/min]	Coppia [Nm]
1168,14	132,57	1487,7	7260,0
1026,10	115,73	1489,8	6384,0
933,79	105,55	1490,4	5804,0
701,92	80,51	1493,0	4360,0
468,33	57,33	1495,8	2888,0
233,44	37,66	1497,7	1400,0

Il candidato descriva le modalità di esecuzione delle prove suddette e ne disegni i relativi schemi di misura, motivando la scelta delle varie apparecchiature impiegate. Tracci infine su carta millimetrata le curve caratteristiche seguenti:

- perdite nel ferro e per attrito e ventilazione in funzione del quadrato della tensione di statore a vuoto, al fine di separare i due contributi di perdite;
- corrente di statore a vuoto in funzione della tensione di statore a vuoto;
- perdite joule nel rame di statore e di rotore in funzione del quadrato della corrente di corto circuito;
- tensione di corto circuito in funzione della corrente di corto circuito;
- Perdite complessive a carico, rendimento, fattore di potenza, corrente di armatura e velocità di rotazione in funzione della potenza utile.

Infine, si determinino i parametri del circuito equivalente di macchina.





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)  
Prima Sessione 2012

CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA – LAUREA MAGISTRALE  
Prova Pratica

**Tema n. 3**

Si consideri un motore a corrente continua con eccitazione a magneti permanenti avente i seguenti dati nominali:

Tensione	220 V
Corrente	1000 A
Velocità	50 rad/s
Coppia	3800 Nm
Resistenza di armatura	0.03 $\Omega$
Induttanza di armatura	0,6 mH
Momento di inerzia	100 kg m <sup>2</sup>

Il candidato illustri le equazioni differenziali che descrivono il comportamento elettrico e meccanico del motore. Utilizzando la trasformata di Laplace, si derivi il diagramma a blocchi del motore ricavando le funzioni di trasferimento che legano la velocità (uscita) alla coppia resistente, alla corrente di armatura ed alla tensione di armatura. Il candidato progetti uno schema di controllo in cascata di corrente e velocità, scegliendo le leggi di controllo e proponendo criteri di sintesi dei regolatori, in modo da soddisfare le seguenti specifiche.

Risposta al gradino dell'anello di regolazione della corrente:

Errore nullo a regime;

Tempo di salita al 95% del riferimento < 15 ms;

Sovraelongazione percentuale < 5%.

Risposta al gradino dell'anello di regolazione della velocità:

Errore nullo a regime;

Tempo di salita < 1 s;

Sovraelongazione percentuale < 5%.

Si considerino i trasduttori ed il convertitore elettronico di potenza come ritardatori del primo ordine aventi i seguenti parametri caratteristici:

Trasduttore di corrente, guadagno 0,005, costante di tempo 2 ms;

Trasduttore di velocità, guadagno 0,2, costante di tempo 2 ms;

Convertitore, guadagno 22, costante di tempo 1,66 ms.





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A)

Prima Sessione 2012

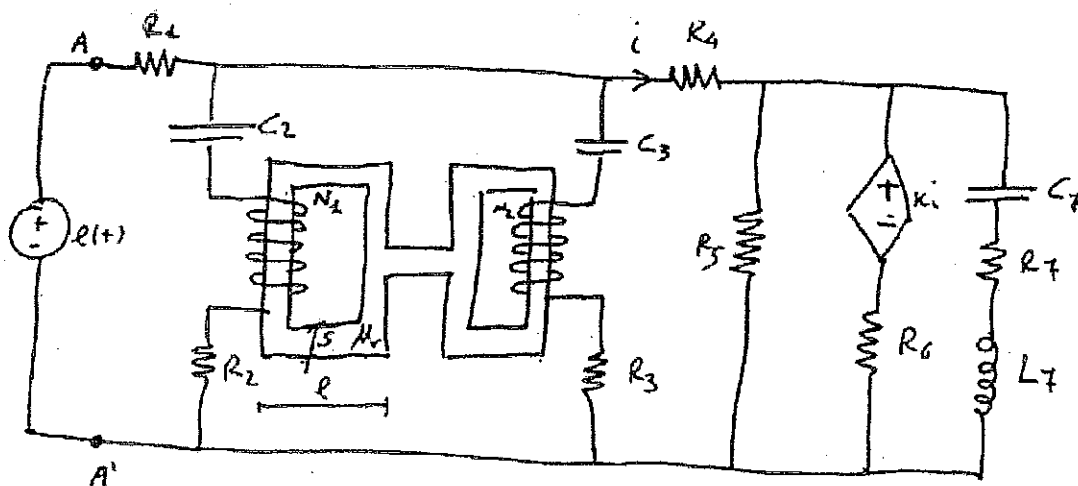
CLASSE DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
LAUREA SPECIALISTICA - LAUREA MAGISTRALE

Prova Pratica

Tema n. 4

E' fornito il circuito in figura, considerato a regime. Il candidato determini i valori di potenza attiva  $P_{AA'}$  e potenza reattiva  $Q_{AA'}$  che transitano nella sezione A-A', essendo noti i dati di seguito riportati:

$$\begin{array}{llllll} R_1 = 5 \, \Omega & R_2 = R_3 = 10 \, \Omega & R_4 = R_6 = 5 \, \Omega & R_5 = R_7 = 10 \, \Omega & N_1 = N_2 = 100 & \mu_r = 10000 \\ k = 2 \, \Omega & C_2 = C_3 = 0.5 \, F & L_7 = 1 \, H & C_7 = 10^{-2} \, F & \ell = 0.5 \, \text{cm} & S = 1 \, \text{cm}^2 \\ e(t) = \sqrt{2} \, 20 \sin(10t) \, V \end{array}$$



*Handwritten signature*