



Name Musterlösung

Vorname

Matrikelnummer

Studiengang

Abschluss

Fachsemester

Hinweis:

Multiple-Choice Fragen sind grundsätzlich **nicht** auf eine einzige Antwort beschränkt, und die Punktezahl lässt keinen Rückschluss auf die Anzahl der richtigen Antworten zu.

Schreiben Sie Nebenrechnungen mit auf das Blatt, die Rückseite oder auf ein gesondertes Blatt (mit Referenz zur Aufgabe). Dann können bei reinen Rechenfehlern dennoch Punkte vergeben werden.

Aufgabe 1 (2P)

Welche Aussagen über Microcontroller treffen zu?

- ☐ Microcontroller bestehen aus einem Pool programmierbarer Logik, der sich in VHDL programmieren lässt. **-1P**
- ☒ **X** Microcontroller besitzen oft zusätzliche eingebaute Funktionen wie A/D Wandler oder Timer, um ohne externe Peripherie Aufgaben erledigen zu können. **1P**
- ☒ **X** Da ein Microcontroller oft Aufgaben übernimmt, die sicherheitskritisch sind, jedoch meist kein Benutzer die Kontrolle hat, ist es wichtig, dass ein Programm fehlertolerant arbeitet. **1P**
- ☐ Microcontroller sind nicht geeignet, einfache logische Funktionen zu übernehmen. **-1P**

Aufgabe2 (2P)

Wie ist die Topologie für SPI Busse definiert?

- ☒ **X** Die Datenrate ist frei wählbar **1P**
- ☐ Es sind nur 2 Leitungen SCL und SDA definiert, die einen Pullup-Widerstand brauchen **-2P**
- ☒ **X** Die Bausteine lassen sich je nach Beschaltung in einer Schieberegisterkette oder getrennt beschreiben **1P**

Name _____

Aufgabe 3 (4P)

Bit- Manipulationen

Die 8 Bit breite Variable A soll auf einen Port ausgegeben werden, LSB (A0) zuerst.

Der Ausgabe-Port sei PortB, Die Belegung des Ports (Wertigkeit der Bits) ist wie folgt:

PortB[0]: SDA (Daten)

PortB[1]: SCL (Clock, Daten werden vom Empfänger bei der steigenden Flanke übernommen)

PortB[2]: LE (Latch Enable, Übernahme des gesamten Datenworts im Empfänger. 1 = übernehmen)

Vervollständigen Sie den Programmcode

(C- Syntax: & bitweises UND | bitweises ODER ^ bitweises EXOR = Zuweisung
Hexadezimale Schreibweise: 0x3f)

```
uint8_t: A;
```

```
uint8_t: ShadowReg;
```

```
uint8_T: PortB;
```

```
int i;
```

```
PortB = 0x00;
```

```
ShadowReg = 0;
```

```
for (i=0; i< 8; i++)
```

```
{
```

```
    ShadowReg = (A >> i) & 0x01;           // 2P
```

```
    PortB = ShadowReg;
```

```
    PortB = ShadowReg | 0x02 ;           // 1P
```

```
    PortB = ShadowReg;
```

```
}
```

```
PortB = ShadowReg | 0x04 ;           // 1P
```

```
PortB = ShadowReg;
```

Aufgabe4 (2P)

Was sind die Hauptvorteile von FPGAs?

- ☐ X Großer Logik Pool, erlaubt sehr umfangreiche und große Schaltungen 1P
- ☐ Nichtflüchtig, beim Einschalten sofort in der programmierten Funktion verfügbar -1P
- ☐ X Der Schaltungsinhalt kann zum Nachrüsten von Funktionen oder zum Beheben von Fehlern nachträglich verändert werden 1P
- ☐ FPGAs sind im Gegensatz zu ASICs in der Serie deutlich kostengünstiger -1P

Name _____

Aufgabe 5 (6P)

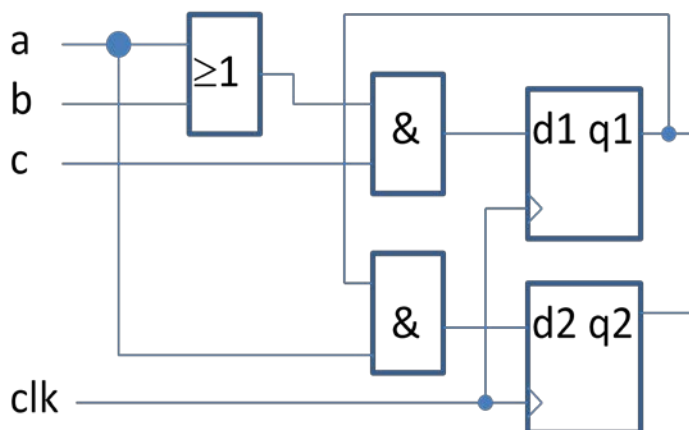
Analyse eines VHDL Fragments (Syntax: & UND | ODER <= Zuweisung = Vergleich)

```
signal clk: std_logic;  
signal a, b, c, d1, d2, q1, q2: std_logic;
```

```
d1 <= (a | b) & c;  
d2 <= (a & q2);
```

```
FF: process(clk, d1, d2)  
begin  
  if clk'event and clk='1' then  
    q1 <= d1;  
    q2 <= d2;  
  end if;  
end process;
```

Zeichnen Sie die (einfache) Schaltung, die durch das obige VHDL-Code-Fragment beschrieben wird



6P

Name _____

Aufgabe 6 (4P)

Analog-Digitalwandler im (Mehr-)Rampenverfahren

Wo ist das Haupteinsatzgebiet?

- ☐ X Multimeter (Handmessgeräte) 1P
- ☐ Video-Encoder -1P
- ☐ X Kostengünstige Wandler hoher Auflösung 1P
- ☐ Oszilloskop -1P

Was sind die Wesentlichen Merkmale?

- ☐ X Das Verfahren ist integrierend 1P
- ☐ Das Verfahren erlaubt sehr schnelle Abtastung -1P
- ☐ X Das Verfahren erlaubt eine kostengünstige Realisierung einer hohen Auflösung und Genauigkeit, da vor allem Zeittakte gezählt werden 1P
- ☐ Das Verfahren erlaubt nur einen festen Eingangswert während der Wandlung -1P

Aufgabe 7 (2P)

Das Delta - Sigma Verfahren ist ein Verfahren, das sowohl in A/D Wandlern als auch in D/A Wandlern zum Einsatz kommt

Was sind die wesentlichen Merkmale?

- ☐ Die Wandler lassen sich aufgrund der geringen Komplexität leicht aus wenigen analogen Bauteilen aufbauen. -1P
- ☐ X Die Wandler erlauben einen kostengünstigen Aufbau mit hoher Auflösung, da der hohe digitale Schaltungsaufwand heute billig zu vervielfältigen ist 1P
- ☐ Die Wandler erlauben eine sehr hohe Abtastrate bis in den GHz Bereich. -1P
- ☐ X Die Wandlung beruht nur auf einer Spannungsstufe bei entsprechender Modulation. Daher entfällt der Aufwand für einen analogen Abgleich. 1P

Aufgabe 8 (2P)

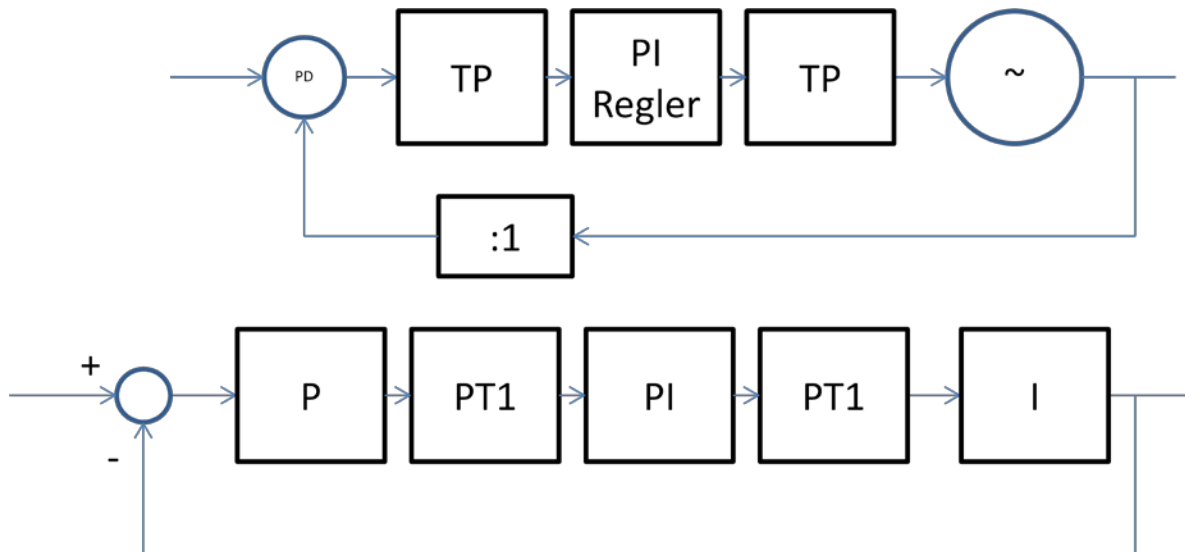
Synchrone Gleichrichtung

Welche der folgenden Geräte arbeiten mit Synchrone Gleichrichtung?

- ☐ X Lock-In Verstärker 1P
- ☐ Netzgerät -1P
- ☐ X Network Analyzer 1P
- ☐ LED-Beleuchtungs-Vorschaltgerät -1P
- ☐ Nabendynamo eines Fahrrades -1P

Aufgabe 9 (9P)

Die Bilder zeigen den Regelkreis einer Phasenregelschleife (PLL), oben die Bauteile, unten das Modell als Regelkreis.



Die Übertragungsfunktionen im Einzelnen:

Phasendetektor, P-Glied $G_{PD}(s) = k_{PD}$

2 Tiefpässe mit jeweils gleicher Grenzfrequenz (PT1) $G_{PT1}(s) = \frac{1}{1+sT1}$

PI-Regler (PI-Glied) $G_{PI}(s) = k_P \left(1 + \frac{1}{sT_I} \right)$

Oszillator (I-Glied) $G(s) = \frac{k_O}{s}$

Wie lautet $G_O(s)$ des offenen Regelkreises (vom P-Glied bis zum I-Glied ohne Rückkopplung)?

$$G_O(s) = k_{PD} * \frac{1}{1+sT1} * k_P \left(1 + \frac{1}{sT_I} \right) * \frac{1}{1+sT1} * \frac{k_O}{s} \quad 5P$$

Natürlich auch wenn beide PT1 Glieder mit Quadrat zusammengefasst wurden.

Wie lautet $G_G(s)$ des geschlossenen Regelkreises bezüglich $G_O(s)$?

$$G_G(s) = G_O(s) / (1 + G_O(s)) \quad 2P$$

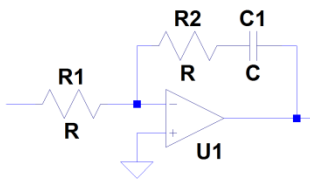
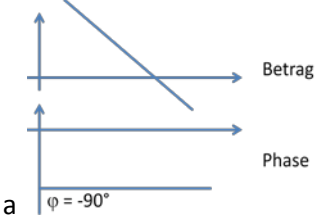
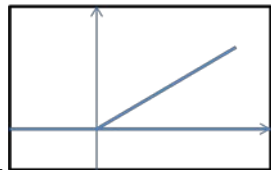
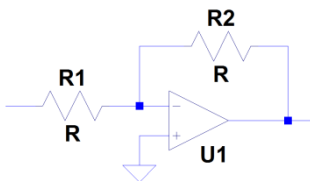
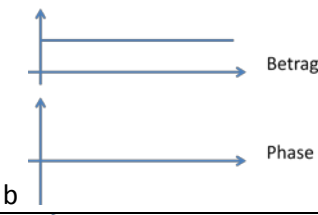
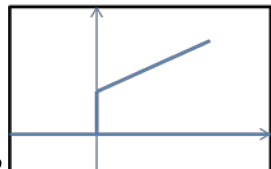
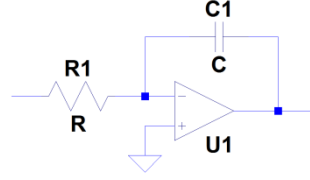
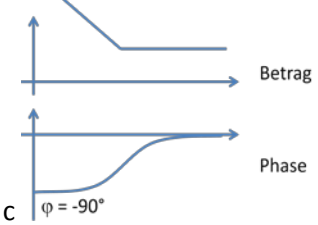
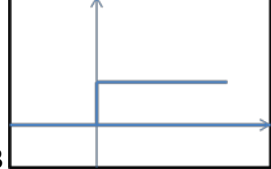
Wie sollten die Zeitkonstanten der **Tiefpässe** und des **PI Reglers** dimensioniert werden?

- ☐ Die Zeitkonstanten sind alle gleich zu wählen -2P
- ☒ X Die Zeitkonstanten der Tiefpässe sind so zu wählen, dass die Grenzfrequenz um etwa Faktor 10 größer ist als die des PI Reglers Das ist die Daumenregel wegen der Phase 2P
- ☐ Man wählt die Tiefpässe so langsam wie möglich und dimensioniert den PI Regler so schnell wie möglich -2P

Name _____

Aufgabe 10 (9P)

Ordnen Sie die Regler Ihren Topologien, Frequenzgang und Sprungantwort zu

	Topologie	Frequenzgang	Sprungantwort
P - Regler	A 	a  Betrag Phase $\varphi = -90^\circ$	1 
I - Regler	B 	b  Betrag Phase	2 
PI - Regler	C 	c  Betrag Phase $\varphi = -90^\circ$	3 

P-Regler B b 3 3P

I-Regler C a 1 3P

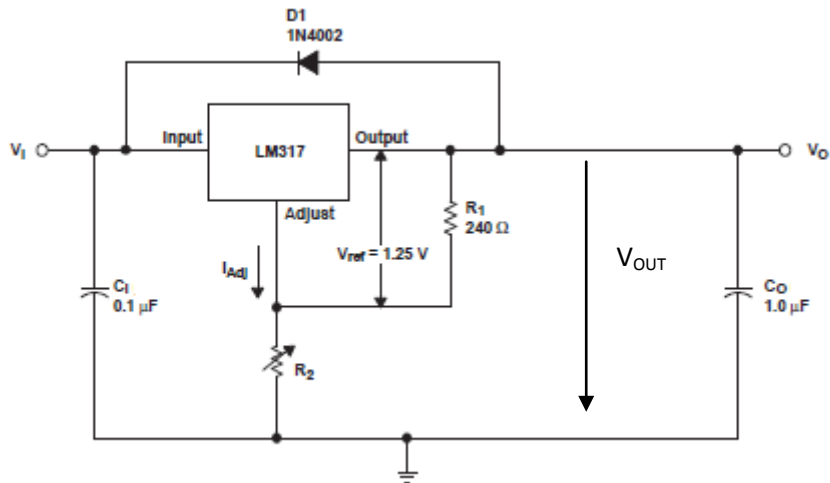
PI-Regler A c 2 3P

Aufgabe 11 (3P)

Linearregler

LM 317, einstellbarer positiver Spannungsregler

Der Regler hat eine interne Spannungsreferenz von 1.25V, die er auch als Spannungsdifferenz zwischen dem Adjust – Pin und dem Output – PIN erwartet und so regelt.



- Wie groß ist die Ausgangsspannung V_{OUT} mit $R_2 = 750 \text{ Ohm}$ und $R_1 = 240 \text{ Ohm}$? Der Strom aus dem Regler I_{Adj} kann vernachlässigt werden.

$$i = V_{ref} / 240 \text{ Ohm} = 1.25 \text{ V} / 240 \text{ Ohm} = 5.2 \text{ mA}$$

$$U_{R2} = i * 750 \text{ Ohm} = 3.9 \text{ V}$$

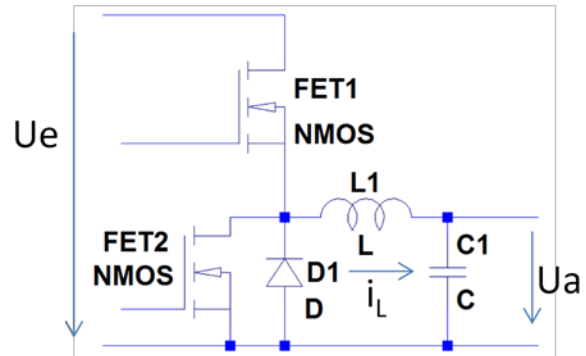
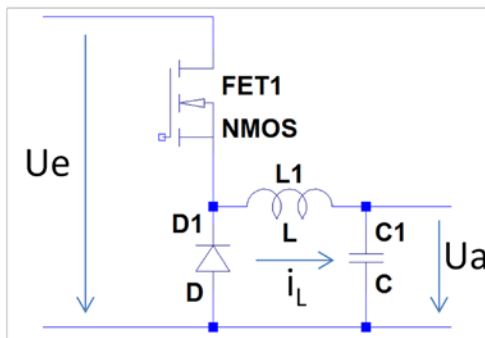
$$V_{OUT} = \underline{1.25 \text{ V} + 3.9 \text{ V} = 5.15 \text{ V}} \quad 3\text{P}$$

Bonuspunkt (1P)

- Wozu ist die Diode D1 in der Schaltung eingebaut? (Wurde nicht in der Vorlesung behandelt).
 - ☐ X Um bei einem Kurzschluss am Eingang den Regler vor einer zerstörerischen Rückwärtsspannung zu schützen **1P**
 - ☐ Zur Energierückgewinnung, falls es die Verbraucherschaltung zulässt **-1P**
 - ☐ Zur Temperaturstabilisierung des Reglers. **-1P**

Aufgabe 12 (7P)

In den Bildern sehen Sie 2 Varianten eines Schaltreglers



Untersuchen Sie folgende Fälle:

Das Tastverhältnis sei: 70% der Zeit leitet der FET1, die restlichen **30% seien Freilauf**.

Den **Strom** i_L durch die Spule L können Sie als **konstant mit 3A** annehmen (Näherung der tatsächlichen Kurvenform mit 2 leichten „Dachschrägen“ durch eine Gerade).

Wie groß sind die durchschnittlichen Verluste P_V durch den Freilaufpfad bei:

1. Linkes Bild, Si-Diode, Durchfluss-Spannung 0.7V?

$$P_V = 0.3 * 0.7V * 3A = 0.63W \quad 2P$$

2. Linkes Bild, Schottky-Diode, Durchfluss-Spannung 0.5V?

$$P_V = 0.3 * 0.5V * 3A = 0.45W \quad 2P$$

3. Rechtes Bild, FET2, MOS-FET, $12m\Omega$ im leitenden Zustand, ideal eingeschaltet im Freilauf?

$$P_V = I^2 * R * 30\% = 9 A^2 * 0.012 V/A * 0.3 = 0.0324W \quad 2P$$

$U = I * R = 3A * 0.012 V/A = 0.036V \Rightarrow$ die Diode leitet nicht, ist nur zum Schutz, falls der FET nicht eingeschaltet wird

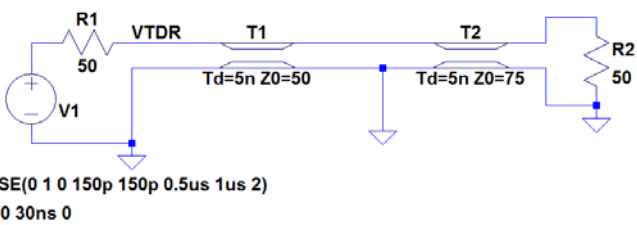
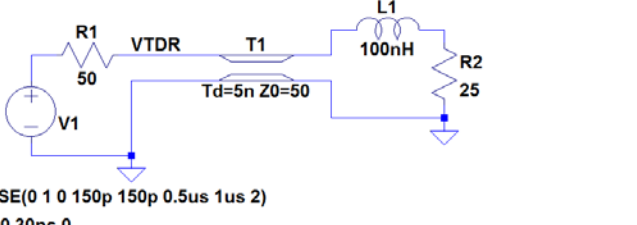
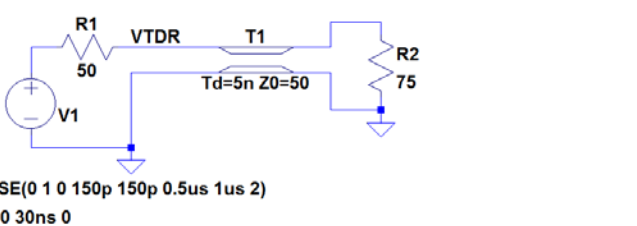
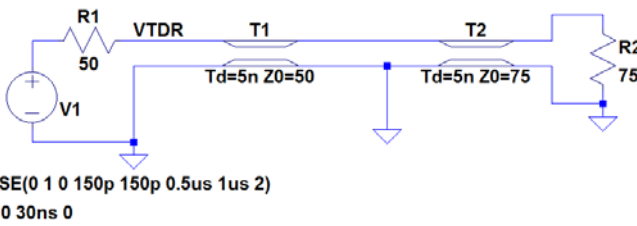
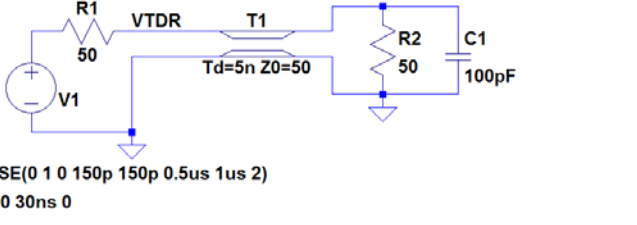
Welche Topologie ist das?

- ☒ **X** Abwärtskonverter, $U_a < U_e$? **1P**
- ☐ Aufwärtskonverter $U_a > U_e$? **-1P**
- ☐ Invertierender Konverter $U_a = -U_e$? **-1P**

Aufgabe 13 (5P)

Leitungstheorie

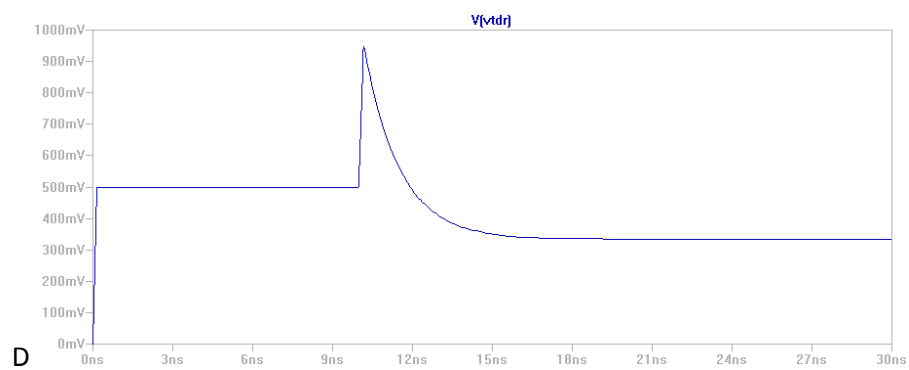
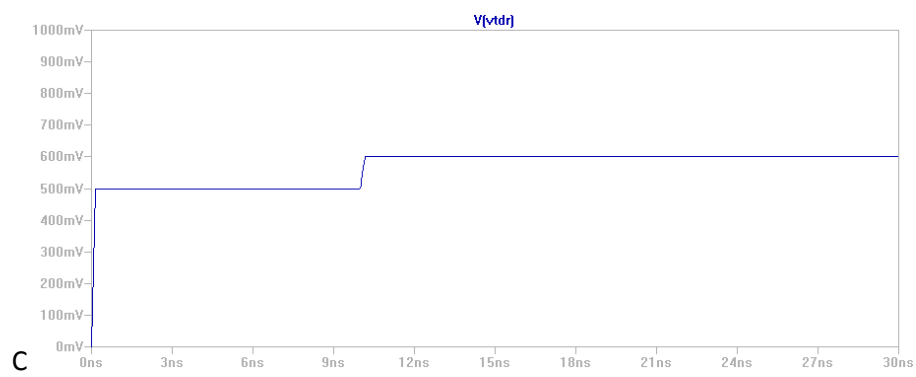
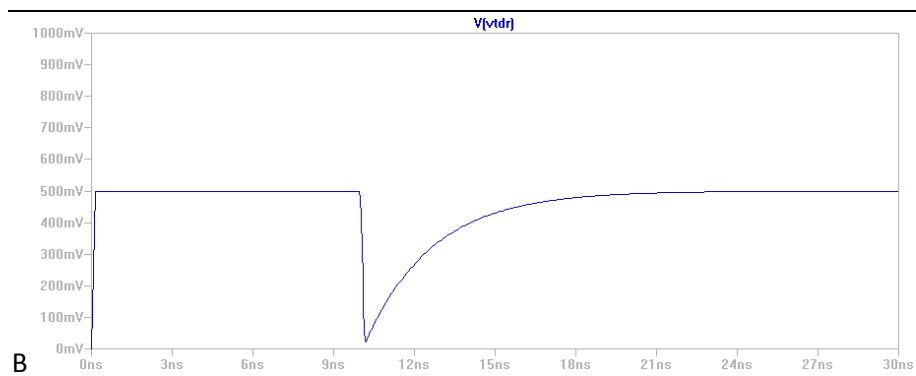
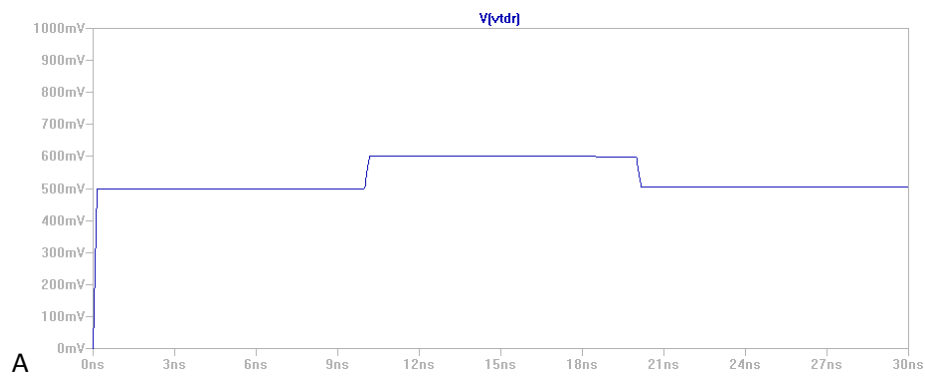
Ordnen Sie die TDR Impulsantworten (Messstelle VTDR) den Topologien zu. Tragen Sie die entsprechenden Buchstaben in der Spalte „Antwort“ ein.

Beschreibung	Schaltplan	Antwort
2 Leitungen, 1. Leitung 50 Ohm, 2. Leitung 75 Ohm Abschluss 50 Ohm		A 1P
1 Leitung 50 Ohm Abschluss: Spule 100 nH in Reihe zu 25 Ohm		D 1P
1 Leitung 50 Ohm Abschluss 75 Ohm		C 1P
2 Leitungen, 1. Leitung 50 Ohm, 2. Leitung 75 Ohm Abschluss 75 Ohm		C 1P
1 Leitung 50 Ohm Abschluss: Kondensator 100 pF parallel zu 50 Ohm		B 1P

Die zugehörigen Impulsantworten A, B, C, D befinden sich auf dem nächsten Blatt.

Name _____

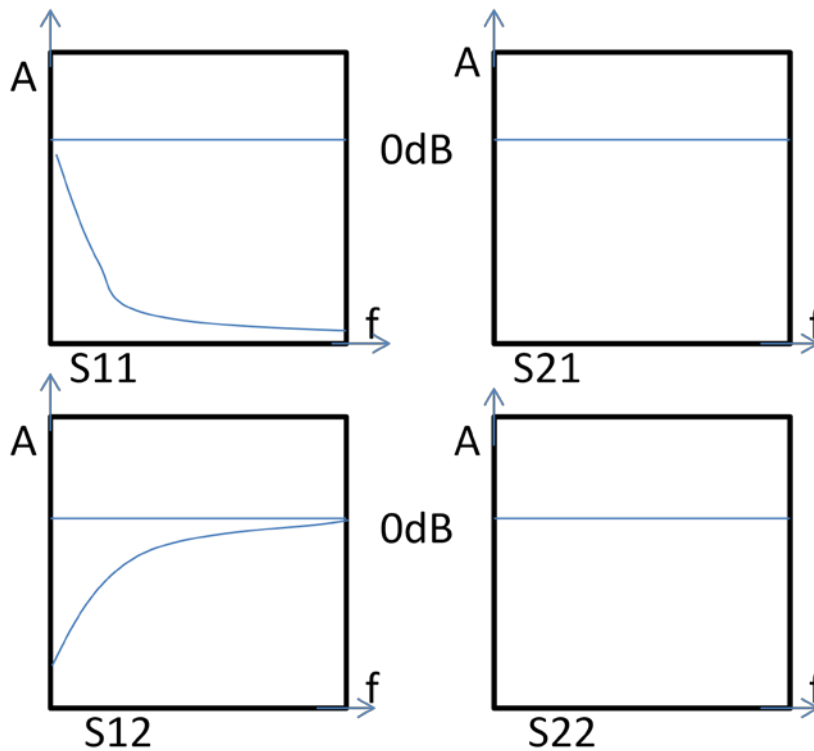
Impulsantworten (*ja es sind nur 4 unterschiedliche*). Dieses Blatt erfordert keine Bearbeitung. **(0P)**



Name _____

Aufgabe 14 (3P)

Sie sehen hier die S-Parameter eines **symmetrischen** Hochpass-Filters.



- Skizzieren Sie die fehlenden S-Parameter S_{21} und S_{22} in den freien Feldern!

$S_{21} = S_{12}$ und $S_{22} = S_{11}$ 2P

Ist das ein

- ☐ korrelierendes Filter? -1P
- ☐ X reflektierendes Filter? 1P
- ☐ absorbierendes Filter? -1P
- ☐ invertierendes Filter? -1P

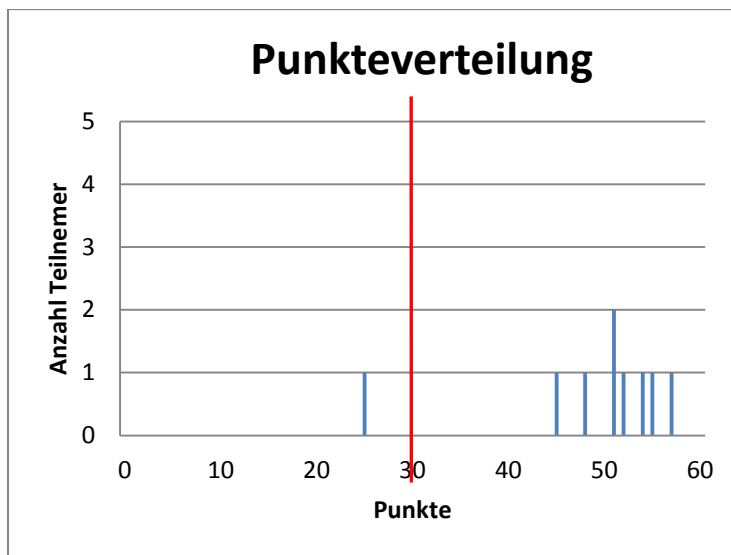
Name _____

Auswertung / Statistik

Mein Eindruck hat sich bestätigt. In diesem Kurs waren sehr gute Studenten mit hohem Interesse und sehr gutem Wissen. Das spiegelt sich in den Noten wider. Schnitt aller derer, die bestanden haben: Note 1.6 und 51.6 Punkte. Mich hat es gefreut, die Prüfung war definitiv nicht zu leicht.

Einzig die Aufgabe 3 war bei den meisten unzureichend gelöst (aber auch ohne die komplette Aufgabe hätte es noch zur 1.0 gereicht). Wir hatten die Maskierung und Schiebeoperation geübt, für alle Hinweise gab es Punkte. Die Themen, die kurz vor Semesterende dran waren, waren von allen Teilnehmern komplett und gut gelöst. Die Schwächen waren vor allem bei Themen vom Semesteranfang festzustellen.

Hier noch die Statistik:



Notenschlüssel

Note	Punktzahl			
1,0	59	58	57	60 61
1,3	56	55	54	
1,7	53	52	51	
2,0	50	49	48	
2,3	47	46	45	
2,7	44	43	42	
3,0	41	40	39	
3,3	38	37	36	
3,7	35	34	33	
4,0	32	31	30	
5,0	29			