

Bewertungsverfahren

Es werden insgesamt **100** Punkte vergeben, die wie folgt auf folgende Beurteilungsschwerpunkte verteilt sind:

Teil 1 – Fachliche Aufgaben

- Aufgabe 1.1	14 Punkte
- Aufgabe 1.2	14 Punkte
- Aufgabe 1.3	3 Punkte
- Aufgabe 1.4	3 Punkte
- Aufgabe 2.1	3 Punkte
- Aufgabe 2.2	3 Punkte
- Aufgabe 2.3	1 Punkte
- Aufgabe 3.1	5 Punkte
- Aufgabe 3.2	15 Punkte
- Aufgabe 3.3	2 Punkte
- Aufgabe 3.4	5 Punkte

Teil 2 – Soft Skills

- Teamarbeit und Präsentation	32 Punkte
-------------------------------	-----------

100 Punkte

Präsentationen

Bitte tragen Sie während dessen die erzielten Punkte in die dafür vorgesehenen Felder direkt unter der Aufgabe ein und übertragen diese im Abschluss in die Übersicht.

Für die Präsentation hat jedes Team 15 Minuten Zeit. Bei Zeitüberzug wird nicht abgebrochen. Pro überzogene Minute werden im Teil 2, 0,5 Punkte abgezogen.

Die Präsentation kann in PowerPoint oder auf Flipchart/Pinnwand erfolgen. Dafür steht ausreichend Material den Gruppen zur Verfügung (u. a. Papier, Moderationskoffer).

Teil1 – Fachliche Aufgaben

Aufgabe 1.1

Gegeben ist u.a.

η : Wirkungsgrad = Output Power / Supply Power (stark vereinfachtes Modell)

η_{max} : Wirkungsgrad bei Betrieb mit der Maximalleistung P_{max} .

Die aufgenommene Leistung bestimmt sich zu:

Ausgangsleistung geteilt durch Wirkungsgrad also $P_{supply} = 100W / 0,35 = 286$ Watt (1 Punkt). Da der Sender unmoduliert ist, ist die effektive Leistung auch gleich der Maximalleistung, daher 100W. Die Versorgungsspannung ist mit 28V angegeben. Der Strom I_s ist damit: $286W / 28V = 10,2A$ (1 Punkt).

Wird OFDM verwendet dann ist die effektive Leistung (average) um den PAPR Wert (10dB) geringer als die Spitzenleistung. Die Effektivleistung ist damit mit 10 W anzusetzen (1 Punkt).

Der aufgenommene Strom kann mit der gegebenen Formel $I_{av} = I_{max} * \sqrt{P_{av} / P_{max}}$ ermittelt werden. I_{max} ist dabei der am Anfang ermittelte Strom von 10,2 A. $P_{av} = 10W$, $P_{max} = 100W$. Damit folgt: $I_{av} = 10,2A * 0,316 = 3,22A$ (1 Punkt).

Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 3,22A bestimmt) und damit 90,3W (1 Punkt). Die Verlustleistung ist damit 90,3 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 10W und damit 80,3W (1 Punkt).

Unteraussteuerung von 3dB heißt halbe Leistung und damit nur noch 5 W effektiv (1 Punkt).

Der aufgenommene Strom kann wieder mit der gegebenen Formel $I_{av} = I_{max} * \sqrt{P_{av} / P_{max}}$ ermittelt werden. Dabei ist P_{av} nun mit 5 W anzusetzen: $I_{av} = 2,28A$ (1 Punkt). Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 2,28A bestimmt) und damit 63,8W (1 Punkt). Die Verlustleistung ist damit 63,8 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 5W und damit 58,8W (1 Punkt).

Unteraussteuerung von 6dB heißt ein Viertel Leistung und damit nur noch 2,5 W effektiv (1 Punkt).

Der aufgenommene Strom kann wieder mit der gegebenen Formel $I_{av} = I_{max} * \sqrt{P_{av} / P_{max}}$ ermittelt werden. Dabei ist P_{av} nun mit 2,5 W anzusetzen: $I_{av} = 1,61A$ (1 Punkt). Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 1,61A bestimmt) und damit 45,1W (1 Punkt).

Die Verlustleistung ist damit 45,1 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 2,5W und damit 42,6W (1 Punkt).

Aufgabe 1.1					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
14					

Aufgabe 1.2

Gegeben ist u.a.

η : Wirkungsgrad = Output Power / Supply Power (stark vereinfachtes Modell)

η_{\max} : Wirkungsgrad bei Betrieb mit der Maximalleistung P_{\max} .

Die aufgenommene Leistung bestimmt sich zu:

Ausgangsleistung geteilt durch Wirkungsgrad also $P_{\text{supply}} = 400\text{W} / 0,40 = 1000\text{ Watt}$ (1 Punkt). Da der Sender unmoduliert ist, ist die effektive Leistung auch gleich der Maximalleistung, daher 400W. Die Versorgungsspannung ist mit 28V angegeben. Der Strom I_s ist damit: $1000\text{W} / 28\text{V} = 35,7\text{A}$ (1 Punkt).

Wird OFDM verwendet dann ist die effektive Leistung (average) um den PAPR Wert (10dB) geringer als die Spitzenleistung. Die Effektivleistung ist damit mit 40 W anzusetzen (1 Punkt). Der aufgenommene Strom kann mit der gegebenen Formel $I_{\text{av}} = I_{\text{max}} * \sqrt{P_{\text{av}} / P_{\text{max}}}$ ermittelt werden. I_{max} ist dabei der am Anfang ermittelte Strom von 10,2 A. $P_{\text{av}} = 10\text{W}$, $P_{\text{max}} = 100\text{W}$. Damit folgt: $I_{\text{av}} = 35,7\text{A} * 0,316 = 11,29\text{A}$ (1 Punkt)

Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 11,29A bestimmt) und damit 316W (1 Punkt). Die Verlustleistung ist damit 316 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 40W und damit 276W (1 Punkt)

Unteraussteuerung von 3dB heißt halbe Leistung und damit nur noch 20 W effektiv (1 Punkt).

Der aufgenommene Strom kann wieder mit der gegebenen Formel $I_{\text{av}} = I_{\text{max}} * \sqrt{P_{\text{av}} / P_{\text{max}}}$ ermittelt werden. Dabei ist P_{av} nun mit 20 W anzusetzen: $I_{\text{av}} = 7,98\text{A}$ (1 Punkt). Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 7,98A bestimmt) und damit 223W (1 Punkt). Die Verlustleistung ist damit 223 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 20W und damit 203W (1 Punkt).

Unteraussteuerung von 6dB heißt ein Viertel Leistung und damit nur noch 10 W effektiv (1 Punkt).

Der aufgenommene Strom kann wieder mit der gegebenen Formel $I_{\text{av}} = I_{\text{max}} * \sqrt{P_{\text{av}} / P_{\text{max}}}$ ermittelt werden. Dabei ist P_{av} nun mit 10 W anzusetzen: $I_{\text{av}} = 5,64\text{A}$ (1 Punkt). Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 5,64A bestimmt) und damit 158W (1 Punkt). Die Verlustleistung ist damit 158 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 10W und damit 148W (1 Punkt).

Aufgabe 1.2					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
14					

Aufgabe 1.3

Gegeben ist u.a.

η : Wirkungsgrad = Output Power / Supply Power (stark vereinfachtes Modell)

η_{max} : Wirkungsgrad bei Betrieb mit der Maximalleistung P_{max} .

Es ist angegeben, dass der Sender 2ms lang sendet und dann eine Pause von 0,5ms folgt. Im Mittel sendet der Sender also nur 80% der Zeit.

Die aufgenommene Leistung bestimmt sich zu:

Ausgangsleistung geteilt durch Wirkungsgrad also $P_{supply} = 100W / 0,35 = 286$ Watt (Dies gibt hier keinen weiteren Punkt, da zuvor schon identisch berechnet.) Da der Sender FM moduliert ist, ist die effektive Leistung auch gleich der Maximalleistung, daher 100W).

Die Versorgungsspannung ist mit 28V angegeben. Der Strom I_s ist damit: $286W / 28V = 10,2A$ (1 Punkt).

Der Sender ist nicht kontinuierlich in Betrieb, da er zyklisch abschaltet. Wenn er jedoch sendet ist dies wie Dauersenden zu sehen und der gemeinte Spitzenstrom tritt hier auf.

Würde der Sender kontinuierlich senden ergäbe sich die Verlustleistung wie folgt:

Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 10,2A bestimmt) und damit wieder 286W. Die Verlustleistung ist damit 286 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 100W und damit 186W (1 Punkt).

Es ist angegeben, dass der Sender 2ms lang sendet und dann eine Pause von 0,5ms folgt. Im Mittel sendet der Sender also nur 80% der Zeit. Damit fallen auch nur 80% der zuvor bestimmten maximalen Verlustleistung als mittlere Verlustleistung an. $186 * 0,8 = 148,8W$ (1 Punkt)

Aufgabe 1.3					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

Aufgabe 1.4

Gegeben ist u.a.

η : Wirkungsgrad = Output Power / Supply Power (stark vereinfachtes Modell)

η_{\max} : Wirkungsgrad bei Betrieb mit der Maximalleistung P_{\max} .

Es ist angegeben, dass der Sender 2ms lang sendet und dann eine Pause von 0,5ms folgt. Im Mittel sendet der Sender also nur 80% der Zeit.

Die aufgenommene Leistung bestimmt sich zu:

Ausgangsleistung geteilt durch Wirkungsgrad also $P_{\text{supply}} = 400\text{W} / 0,40 = 1000\text{ Watt}$. (Dies gibt hier keinen weiteren Punkt, da zuvor schon identisch berechnet). Da der Sender FM moduliert ist, ist die effektive Leistung auch gleich der Maximalleistung, daher 400W.

Die Versorgungsspannung ist mit 28V angegeben. Der Strom I_s ist damit: $286\text{W} / 28\text{V} = 35,7\text{A}$ (1 Punkt).

Der Sender ist nicht kontinuierlich in Betrieb, da er zyklisch abschaltet. Wenn er jedoch sendet ist dies wie Dauersenden zu sehen und der gemeinte Spitzenstrom tritt hier auf.

Würde der Sender kontinuierlich senden ergäbe sich die Verlustleistung wie folgt:

Die aufgenommene Leistung ist Versorgungsspannung (28V) mal Strom (wurde gerade zu 35,7A bestimmt) und damit wieder 1000W. Die Verlustleistung ist damit 1000 W abzüglich der abgegebenen Leistung von 400W und damit 600W (1 Punkt).

Es ist angegeben, dass der Sender 2ms lang sendet und dann eine Pause von 0,5ms folgt. Im Mittel sendet der Sender also nur 80% der Zeit. Damit fallen auch nur 80% der zuvor bestimmten maximalen Verlustleistung als mittlere Verlustleistung an. $600 * 0,8 = 480\text{W}$ (1 Punkt).

Aufgabe 1.4					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

Musterlösung Finale Fallstudienwettbewerb 2009

Aufgabe 2.1

Nur das Filter vom Typ 2 ist für Frequenzsprungbetrieb geeignet ([1 Punkt](#)).

Die entscheidenden Kriterien für die Auswahl sind u.a: ([pro Argument: 1 Punkt, - max. 2 Punkte](#))

- Frequenzwechselzeit ausreichend schnell (0,3ms)
- Bandbreite groß genug (> 25kHz)
- Frequenzbereich

Dass beide Filter ausreichend Bandbreite haben ist hier nicht relevant, es hätte ja auch sein können, dass beide Filter keine ausreichende Bandbreite gehabt hätten.

Aufgabe 2.1					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

Aufgabe 2.2

Damit eine signifikante Entkopplung zustande kommt müssen die Filter entsprechend weit gegeneinander verstimmt sein. Es wird also in der Anwendung eine Vorgabe geben, die bei einer gewünschten Entkopplung einen Mindest- Frequenzabstand fordert ([1 Punkt](#)).

Um die Entkopplung zu rechnen muss man 2 Frequenzen z.B. F1 und F2 nehmen. Ein Filter wird im Durchlass betrieben, das andere verstimmt. Damit ergibt sich die Entkopplung als Summe der beiden Durchgangsdämpfungen + die Selektionsdämpfung eines der beiden Filter ([1 Punkt](#)).

Wenn zwei Filter auf der gleichen Frequenz stehen kann es passieren dass ein Sender fast direkt (über nur 2 x 2dB Dämpfung) in einen anderen Empfänger „sendet“ ([1 Punkt](#)). Das kann zur Zerstörung eines Transceivers führen.

Aufgabe 2.2					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

Musterlösung Finale Fallstudienwettbewerb 2009

Aufgabe 2.3

Die Frequenzweiche kann für jedes Verfahren verwendet werden, es gibt keine relevante Bandbegrenzung (1 Punkt). In diesem Fall kann sogar bei 225 MHz an der Bandkante gearbeitet werden da der Diplexer laut Diagram bis 220MHz durchlässt.

Aufgabe 2.3					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
1					

Aufgabe 3.1

Die Empfindlichkeit an der Antenne ist gleich: Geräteempfindlichkeit abzüglich Dämpfung zur Antenne (ist die Durchgangsdämpfung des Filters, da die Kabel zu vernachlässigen sind). Die Empfindlichkeit ist also: $-105\text{dBm} + 2\text{dB} = -103\text{dBm}$ (1 Punkt)

Die Sendeleistung an der Antenne ist gleich der Sendeleistung des Funkgerätes abzüglich Dämpfung zur Antenne (ist wieder die Durchgangsdämpfung des Filters, da die Kabel zu vernachlässigen sind).

Die Sendeleistung ist also: $45\text{dBm} (=30\text{ W}) - 2\text{dB} = 43\text{dBm} (= 20\text{ W})$ (1 Punkt) Wert in dBm oder W ist gleichwertig

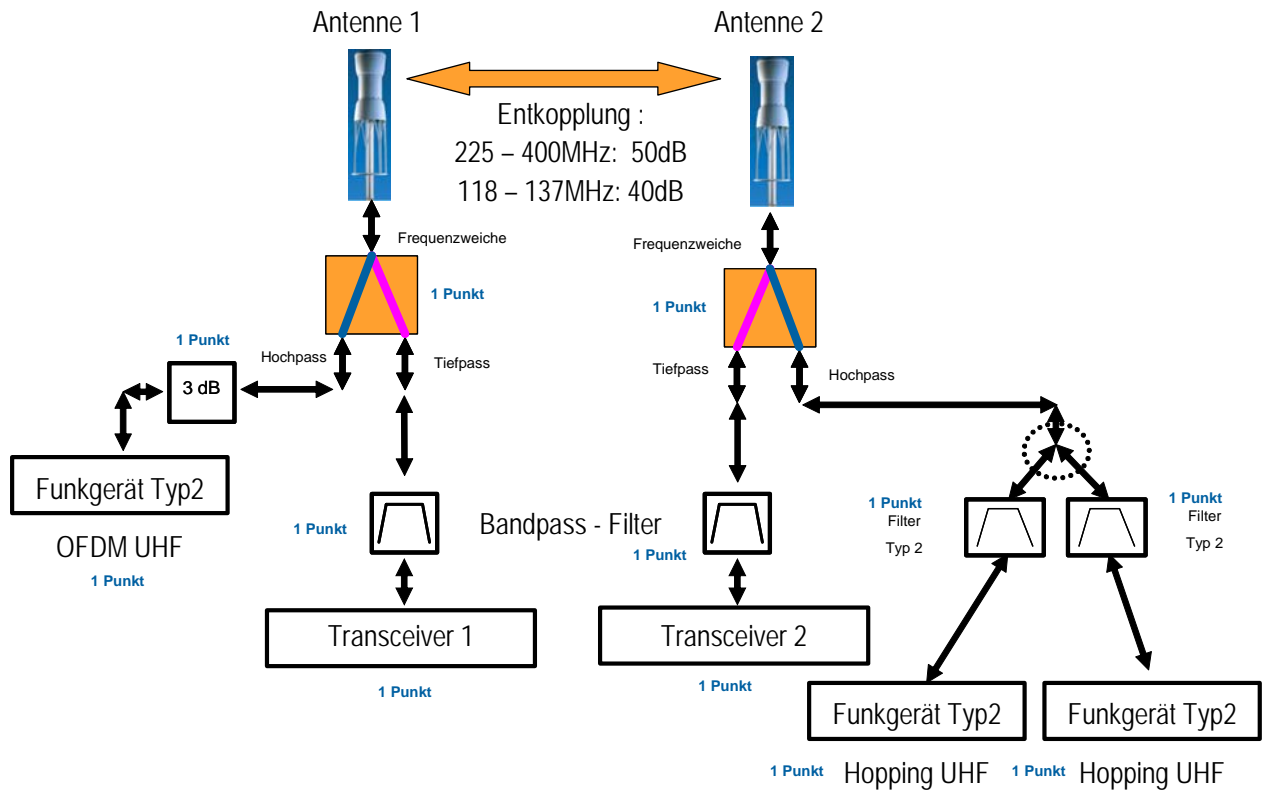
Der Störpegel an der anderen Antenne ist gleich der Sendeleistung (PEP) am Fußpunkt einer Antenne abzüglich Entkopplung zur anderen Antenne: An der Antenne waren 43dBm Leistung, 100% AM bedeutet, dass die Spitzenleistung um 6dB höher liegt, also bei 49dBm , davon gehen jetzt die 50dB Entkopplung weg, man erhöht also -1dBm Störleistung (1 Punkt).

Da beide „Altgeräte“ im selben Frequenzband arbeitet kann eine ausreichend große Entkopplung nur durch Bandpassfilter erreicht werden, wenn die sonstige Entkopplung im System nicht reicht: Die Filter dienen also zur Steigerung der Entkopplung zwischen den Geräten (1 Punkt).

Nur wenn die beiden Filter auf entsprechend weit entfernte Frequenz betrieben werden ergibt sich eine ausreichend große Entkopplung. Die Einschränkung, die sich daraus ergibt, heißt dass nur bei ausreichend Frequenzabstand störungsfreier Betrieb gemacht werden kann (1 Punkt).

Aufgabe 3.1					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
5					

Aufgabe 3.2



Entscheidend sind im Wesentlichen folgende Überlegungen:

Die Erweiterungen sind nur im UHF Bereich von 225 – 400MHz, das „Altssystem“ ist nur im VHF Bereich. Damit kann durch Einsatz eines Diplexers der neue Anteil vom alten Anteil einfach getrennt werden.

Die beiden HF Geräte können über Filterkoppler angeschlossen werden, dafür muss aber das schnelle Filter Typ 2 genommen werden.

Für das OFDM Gerät gibt es kein Bandpassfilter, da die 5MHz Bandbreite des Verfahrens zu groß sind. Einzige Lösung ist daher das OFDM Gerät alleine im gegenüber liegenden Zweig zu verwenden, die FH Geräte zusammen im anderen Zweig.

Da die Antennenentkopplung zwischen OFDM Gerät und FH Geräten alleine nicht ausreicht wird am OFDM Gerät noch ein 6dB Dämpfungsglied genommen. Für jeden richtig platzierten Block (auch die „Altgeräte“) gibt es einen Punkt (12 Punkte).

Da nur der Diplexer im Hauptzweig dazu gekommen ist reduzieren sich die Sendeleistung und die Empfindlichkeit der Altanteile um 0,5dB (angegebene Durchgangsdämpfung des Diplexers).

Sendeleistung nun 42,5dBm (1 Punkt)

Empfindlichkeit nun -102,5dBm (1 Punkt)

Es müssen wegen der Bandpassfilter prinzipiell Mindestfrequenzabstände eingehalten werden. Es ist also ein Frequenzmanagement zwischen OFDM und FH Anlagen zu machen (1 Punkt).

Aufgabe 3.2					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
15					

Musterlösung Finale Fallstudienwettbewerb 2009

Aufgabe 3.3

Sprechfunkgeräte sind angegeben mit: 300W Verlustleistung im Sendefall und 30W im Empfangsfall.

Der Duty cycle 1:5. Die mittlere Verlustleistung ist damit: $((1 \times 300) + (5 \times 30)) / (1 + 5) = 75W$ [\(1 Punkt\)](#)

Datenfunkgeräte sind angegeben mit: 500W Verlustleistung im Sendefall und 50W im Empfangsfall.

Der Duty cycle 1:1. Die mittlere Verlustleistung ist damit: $((1 \times 500) + (1 \times 50)) / (1 + 1) = 275W$ [\(1 Punkt\)](#)

Aufgabe 3.3					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
2					

Aufgabe 3.4

Materialliste [\(2 Punkte\)](#):

Gerät	Stückzahl	Einzelpreis	Summenpreis
Frequenzweiche	2	500 €	1.000 €
Funkgerät Typ 1 Frequenzsprungverfahren	2	50.000 €	100.000 €
Funkgerät Typ 2 OFDM Verfahren	1	20.000 €	20.000 €
Filter Typ 2	2	50.000 €	100.000 €
Dämpfungsglied 3dB	1	500 €	500 €

Da für ein Funkgerät keine schnelle Frequenzwechselzeit mehr benötigt wird kann an diesem Pfad ein Filter Typ 1 statt Typ 2 verwendet werden [\(2 Punkte\)](#).

Ein Filter Typ 2 kostet 50.000 € ein Filter Typ 1 kostet nur 5000 € man spart also alleine durch das Filter bereits 45.000 € ein. Zusammen mit dem Funkgerät, welches 10.000 € weniger kostet, spart man damit in Summe 55.000 € ein [\(1 Punkt\)](#).

Aufgabe 3.4					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
5					