

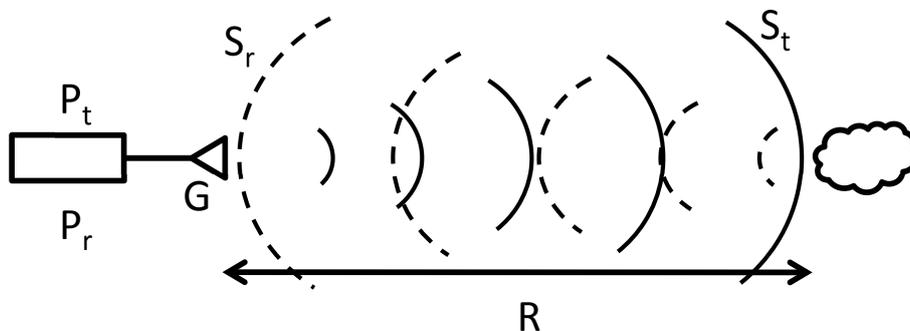
Grundlagen der Hochfrequenztechnik

Hausübung 4

Während des Semesters besteht die Möglichkeit, insgesamt 4 Hausübungen eigenständig zu bearbeiten und im Tutorium zur Korrektur abzugeben. Werden mindestens 50% der Gesamtpunkte der Hausübungen erreicht, erhält der Studierende bei bestandener schriftlicher Prüfung einen Notenbonus von 0,3 bzw. 0,4 Notenpunkten. Der einmal erworbene Notenbonus bleibt für eine eventuelle schriftliche Prüfung in einem späteren Semester bestehen. Die Hausübung stellt eine freiwillige Zusatzleistung dar, d.h. auch ohne den Notenbonus kann in der Klausur die volle Punktzahl bzw. die Bestnote erreicht werden.

Aufgabe 1

Gegeben sei ein monostatisches Radar, das auf der Frequenz f mit der Sendeleistung P_t und dem Antennengewinn G_t sendet. Das Signal wird im Abstand R vom Sender an einem Objekt mit dem Radarrückstreuquerschnitt (RCS) σ reflektiert. Die Empfangsantenne weist einen Antennengewinn von G_r auf.



Führen Sie die folgenden Teilschritte durch, um so schrittweise die monostatische Radargleichung herzuleiten (jeweils 1 Punkt).

a)

Geben Sie das EIRP des Senders an.

b)

Welche Leistungsdichte S_t ergibt sich am Objekt?

c)

Welche Leistung P_{ref} wird vom Objekt zurückreflektiert?

d)

Welche Leistungsdichte S_r ergibt sich dadurch am Empfänger?

e)

Wie groß ist die Antennenwirkfläche $A_{w,r}$ des Empfängers?

f)

Welche Leistung P_r nimmt die Empfangsantenne auf?

g)

Wie ändert sich das Ergebnis aus Aufgabenteil f), wenn statt eines monostatischen ein bistatisches Radar verwendet wird, dessen Sender und Empfänger sich jeweils in den Abständen R_1 und R_2 vom zu detektierenden Objekt befinden?

Aufgabe 2

Am Baden-Airpark sollen mit Hilfe eines Airport Surveillance Radars die ankommenden und abfliegenden Flugzeuge detektiert werden. Das hierfür ausgewählte Radarsystem weist eine mittlere Sendeleistung von 3 kW sowie einen Antennengewinn von 18 dBi auf und soll Flugzeuge bis in eine maximale Entfernung von 100 km detektieren können. Die Trägerfrequenz beträgt 2,8 GHz. Das Flugzeug weist einen Radarrückstreuquerschnitt von 100 m^2 auf.

a)

Welche Empfangsleistung in Watt und in dBm ergibt sich am Tower bei der maximalen Entfernung? (4 Punkte)

b)

Das Flugzeug befindet sich nun nicht mehr in der Hauptstrahlrichtung der Radarantenne. Unter dem geänderten Winkel fällt der Gewinn bedingt durch die Richtcharakteristik der Antenne um 5 dB geringer aus als in Hauptstrahlrichtung. Wie ändert sich dadurch die Empfangsleistung aus Aufgabenteil 2 a)? (1 Punkt)

Aufgabe 3

Mit Hilfe eines FMCW-Radarsensors soll die Entfernung R eines Fahrzeugs gemessen werden. Der Sensor arbeitet dabei auf der Trägerfrequenz f_0 .

a)

Geben Sie ein Blockschaltbild eines solchen FMCW-Radars an, beschriften Sie die einzelnen Bauteile und geben Sie bei den einzelnen Leitungsabschnitten die Frequenz sowie die Ausbreitungsrichtung des dort jeweils vorliegenden Signals an. (4 Punkte)

b)

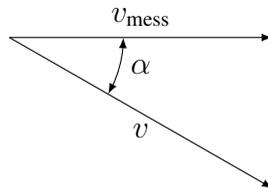
Wie lautet die allgemeine Formel für die gemessene Zwischenfrequenz f_{Δ} ? (2 Punkte)

c)

Wie lautet die allgemeine Formel für die gemessene Dopplerfrequenz f_D ? (2 Punkte)

c)

Wie ändert sich die gemessene Dopplerfrequenz, wenn sich das Objekt unter dem Winkel α an dem Sensor vorbei bewegt? (1 Punkt)



d)

Das Fahrzeug bewegt sich nun mit einer konstanten Geschwindigkeit von $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ unter einem Winkel von $\alpha = 20^\circ$ an dem Radarsensor vorbei. Die Trägerfrequenz beträgt $f_0 = 77 \text{ GHz}$. Welche Dopplerfrequenz kann am Empfänger gemessen werden? (2 Punkte)

Aufgabe 4

Einem Empfänger mit einer Rauschzahl von 13 dB und einer Verstärkung von 30 dB soll zur Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ein Verstärker vorgeschaltet werden. Hierfür stehen drei verschiedene Verstärker zur Verfügung. Im Folgenden soll untersucht werden, welcher der drei sich am besten eignet.

| Verstärker | Verstärkung | Rauschzahl |
|------------|-------------|------------|
| A | 10 dB | 3 dB |
| B | 20 dB | 4 dB |
| C | 16 dB | 3 dB |

a)

Können Sie einen der aufgelisteten Verstärker bereits ohne Rechnung ausschließen? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)

b)

Berechnen Sie für die übrigen Verstärker jeweils die kaskadierte Rauschzahl. (2 Punkte)

c)

Welcher der drei Verstärker eignet sich nun am besten im Hinblick auf die Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses? (1 Punkt)