

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I

Prof. Dr. H. Kersten, SS 2013

Blatt 17 – zu bearbeiten bis zum 14.05.2013

1. Zeichnen Sie die Graphen der Funktionen $f_1(x) = \sin x$, $f_3(x) = \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x$ und $f_5(x) = \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x$. Verwenden Sie ein geeignetes Computerprogramm (z.B.: Gnuplot, Excel).
2. Berechnen Sie für die komplexen Zahlen $z_1 = a_1 + ib_1$, $z_2 = a_2 + ib_2$, $z_3 = c_3 e^{i\phi_3}$, $z_4 = c_4 e^{i\phi_4}$ folgende Ausdrücke: $z_a = z_1 z_2$, $z_b = z_1 z_2^*$, $z_c = z_1^2$, $z_d = z_1 z_1^*$, $z_e = z_1 + z_1^*$, $z_f = z_1/z_2$, $z_g = z_3 z_4$, $z_h = z_3 z_4^*$, $z_k = z_3/z_4$, $z_l = \sqrt[3]{z_1}$, $z_m = \sqrt[3]{z_3}$.
3. Im Januar 2005 ist die Sonde Huygens der ESA von ihrem Mutterschiff, der Raumsonde Cassini losgelöst und auf dem Saturnmond Titan gelandet. Der ursprüngliche Flugplan sah vor, daß Huygens, durch die Titanatmosphäre abgebremst, bis zu $\Delta v = 5.5 \text{ km/s}$ Relativegeschwindigkeit zur Muttersonde Cassini aufweist. Während des Flugs, beim Eintauchen in die Atmosphäre, und vom Boden sendete die Titansonde im S-Band (2 GHz) Daten zu Cassini. Die Datenrate betrug 8 kbit/s.
 - a) Wie groß muß die Bandbreite des Empfängers sein, um die Daten trotz Doppler-Verschiebung empfangen zu können?
 - b) Wie groß muß die Bandbreite der Schaltung sein, die den Bit-Takt aus den empfangenen Signalen extrahieren soll?

Die Bandbreite des Empfängers auf Cassini war ausreichend. Aber die Erfassung des Bit-Taktes hätte versagt. Das wurde erst bei einem Test auf halbem Weg zum Saturn festgestellt. Daraufhin wurde der Flugplan so geändert, daß die Relativgeschwindigkeit Δv genügend klein blieb.



Cassini/Huygens ist mit zwei redundanten Empfängern/Sendern, *A* und *B* ausgestattet gewesen. Aber um die Daten-Ausbeute zu erhöhen wurden während des Eintauchens in die Atmosphäre von beiden Sendern verschiedene Bilder gesendet. Und nur Empfänger *A* war zur Analyse der Dopplerverschiebung ausgestattet, um die Abbremsung der Raumsonde zu messen, und damit Aufschluß über die Dichte der Atmosphäre zu gewinnen.

- c) Einer der Empfänger ist leider vergessen worden anzuschalten. Welcher?