

Funkstrecken für Teleskope

Für manchen begeisterten Hobbyastronomen stellt sich irgendwann einmal die Frage, ob das Teleskop nicht auch komplett ferngesteuert betrieben werden kann. Bei genauerem Hinsehen stellt man dann fest, daß doch eine ganze Menge Signale übertragen werden müssen. Außer der Übertragung des Bildes einer Videokamera oder des Ausgangs einer Digitalkamera ist der Teleskop hinsichtlich der Richtungen zu steuern und der Fokus sollte nachjustiert werden können. Das hier verwendete Teleskop von Celestron NexStar5 kann mit Hilfe einer seriellen Computerschnittstelle (RS232) gesteuert werden.

Die Anzahl der Leitungen läßt dann schnell den Wunsch größer werden, dies alles drahtlos zu erreichen.

Ersatz des Videokabels zwischen der Videokamera am Teleskop und dem Monitor oder der PC-Video-Karte:

Das Videokabel wird durch eine drahtlose Videostrecke ersetzt. Das Videosignal wird mittels eines Senders zu einem Empfänger übertragen. Die Reichweite der Videostrecke beträgt unter Freiraumausbreitung (freies Feld) ca. 100m. Sind die Funkstationen voneinander abgeschattet, so kann die Reichweite stark reduziert sein. Dies ist u.a. abhängig von der Dicke des abschattenden Objektes sowie dessen Material. Eine dünne große Metallplatte schirmt beispielsweise stärker ab als eine typische Ziegelsteinwand. Um die maximale Reichweite zwischen Sender und Empfänger zu erreichen ist es sinnvoll, die integrierten Antennen von Sender und Empfänger aufeinander auszurichten. Die gängigen Videofunkstrecken haben 4 Kanäle, die manuell bei Sender und Empfänger eingestellt werden müssen. Damit können 4 Teleskope mit aktiver Videoübertragung in einem Radius von ca. 30m parallel betrieben werden. Videosender und Empfänger benötigen eine 12V Stromversorgung die entweder aus einem mitgelieferten Netzgerät oder einem Batteriesatz/Akkusatz erfolgt.

Das Verständnis der nachfolgenden technischen Daten sind für den Betrieb der Strecke nicht erforderlich. Ich möchte sie aber dem technisch interessierten Anwender nicht vorenthalten:

Frequenzbereich: 2400-2500 MHz
Anzahl der HF-Kanäle: meist 4
Kanalabstand: ca. 20 MHz
Untere Bandgrenze: 2400 MHz
Typische Frequenzen / Kanäle:
Kanal 1: 2411 MHz
Kanal 2: 2434 MHz
Kanal 3: 2453 MHz
Kanal 4: 2473 MHz
Obere Bandgrenze: 2500 MHz
Bandbreite des Senders ca. 18 MHz
Modulationsart FM analog
Sendeleistung ca. 10 mW

Ersatz des Steuerkabels zwischen Handcontroller und elektrischem Fokussiermotor:

Die gängigen Videoübertragungsstrecken besitzen einen Rückkanal, welcher Fernsteuersignale übertragen kann. Dabei werden die Signale einer infraroten Handfernbedienung im Videoempfänger empfangen und durch Funksignale (Frequenz 433.92MHz) an den Videosender übertragen. Der Videosender wandelt diese in der normalen Anwendung wiederum in ein Infrarotsignal um. Das mitgelieferte Infrarotmodul wird in unserer Anwendung allerdings nicht verwendet sondern die Signale des 433.92 MHz-Empfängers (verfügbar an der Infrarot-Extenderbuchse) werden direkt in einer speziellen Elektronik dekodiert und damit potentialfreie Schaltausgänge angesteuert. Diese ersetzen den Handcontroller des Fokussiermotors d.h. mit diesen Signalen kann der Fokussiermotor direkt angesteuert werden. Mittels der verwendeten 4-Kanal-Infrarotsteuerung kann der Fokussiermotor in beiden Richtungen bewegt werden (2 Kanäle dafür nötig). Zusätzlich sind noch 2 Schaltausgänge für sonstige Anwendungen verfügbar (z.B. Aktivieren einer Taukastenheizung o.ä.).

Das Verständnis der nachfolgenden technischen Daten sind für den Betrieb der Strecke nicht erforderlich. Ich möchte sie aber dem technisch interessierten Anwender nicht vorenthalten:

Frequenzbereich: 434 MHz ISM-Band

Anzahl der HF-Kanäle: 1

Typische Frequenz ist 433.920 MHz

Modulationsart ist AM (Amplitudenmodulation)

Sendeleistung ist ca. 1 mW.

Ersatz des seriellen Datenkabels durch eine DECT-Funkstrecke:

Die RS232-Schnittstelle kann mittels einer DECT-Funkstrecke drahtlos realisiert werden. Hierbei wird tatsächlich einfach das Schnittstellenkabel mittels der Funkstrecke ersetzt.

Die Bruttodatenrate ist 1.152 Mbit/s, die effektive Datenrate ist 9600-115200Baud (1Baud = 1Bit/s). Die NexStar-Teleskope werden grundsätzlich mit 9600 Baud gesteuert was bei der Erstkonfiguration der DECT-Geräte eingestellt werden muss. Die Reichweite einer DECT-Strecke beträgt unter Freiraumausbreitung ca. 300m. Sind die Funkstationen durch Decken oder Mauern voneinander abgeschattet, so kann die Reichweite stark reduziert sein. Dies ist u.a. abhängig von der Dicke des abschattenden Objektes sowie dessen Material (eine dünne große Metallplatte schirmt stärker ab als eine 10cm dicke Ziegelsteinwand). In typischen Gebäuden ist eine Reichweite bis 50m erreichbar.

Der DECT-Standard wurde ursprünglich für digitale Schnurlostelefone entwickelt (DECT ist die Abkürzung für „Digital Enhanced Cordless Telecommunication“). Bei DECT wird neben einem HF-Mehrkanalsystem zusätzlich ein Zeitschlitzverfahren angewendet. Es existieren 10 HF-Kanäle und 24 Zeitschlitzze. Die Kanal- und Zeitschlitzauswahl erfolgt automatisch zwischen Basisstation und Handgerät ohne irgendwelche Aktionen des Anwenders (das Verfahren nennt man DCA und ist die Abkürzung für „Dynamic Channel Allocation“ oder auf deutsch „dynamische Kanalauswahl“). 2 Zeitschlitzze bilden zusammen einen Duplexkanal (Hin- und

Rückkanal zwischen Basisstation und Handgerät). Damit gibt es pro DECT-Zelle also insgesamt 120 Duplexkanäle. Die Größe einer DECT-Zelle ist nicht fest definiert, kann aber mit einem typischen Durchmesser von 100m angenommen werden. Es ist also theoretisch möglich in einem Umkreis von 50m ca. 120 Teleskope drahtlos zu steuern. Der reale Werte dürfte bei ca. 50 Teleskopen liegen, was aber ja auch ausreichen dürfte. Auch bei der verwendeten Datenfunkstrecke wird eine der beiden Funkstationen als Basisstation definiert, die andere als Handgerät. Dies ist hier aber willkürlich und nur nötig, um die Protokolle der DECT-Datenübertragung verwenden zu können.. Hier nochmals tabellarisch einige technische Daten des DECT-Standards:

Frequenzbereich: 1880-1900 MHz

Anzahl der HF-Kanaele: 10

Kanalabstand: 1.728 MHz

Untere Bandgrenze: 1.880 GHz

Kanal C9: 1.881792 GHz

Kanal C8: 1.883520 GHz

Kanal C7: 1.885248 GHz

Kanal C6: 1.886976 GHz

Kanal C5: 1.888704 GHz

Kanal C4: 1.890432 GHz

Kanal C3: 1.892160 GHz

Kanal C2: 1.893888 GHz

Kanal C1: 1.895616 GHz

Kanal C0: 1.897344 GHz

Obere Bandgrenze: 1.900 GHz

Bitrate: 1.152 Mbit/s

Bitperiode: 868.1 ns

Rahmenlaenge: 10 ms (11520 Bits pro Rahmen)

Jeder Rahmen ist in 24 Zeitschlitz mit der Dauer 416.67 us unterteilt.

Modulationsart ist GFSK (gaussian frequency shift keying)

Es erfolgt also eine Gaussfilterung des FSK-Signals. Das Gaussfilter ist durch die Größe Bandbreite des Gaußfilters mal Bitperiode $B \cdot T$ zu 0.5 definiert. Damit ist die Bandbreite des Basisbandfilters (auf der Senderseite) $B = 576$ kHz. Bei DECT darf der FM-Hub zwischen 202 kHz und 403 kHz und damit der Modulationsindex zwischen 0.35 und 0.7 schwanken. Für den Nominalhub von 288 kHz ist der Modulationsindex gerade 0.5 und damit liegt GMSK (gaussian minimum shift keying) vor. Die gepulste Sendeleistung eines DECT-Gerätes (Handgerät wie Basis) beträgt 250 mW (die mittlere Sendeleistung damit ca. 10 mW).

Bei Fragen stehe ich gerne zur Verfügung und freue mich natürlich auch stets über Kommentare.

Matthias Bopp

Email: DD1US@AMSAT.ORG

Homepage: www.dd1us.de