
Funk-Datenübertragung mit BASIC-Tiger

Gunther Zielosko

1. Grundlagen

Mittlerweile findet man kaum noch eine Elektronik-Anwendung, für die es nicht auch eine Ausführung mit Funkübertragung gäbe, denken wir nur an Funk-Telefone, Funk-Uhren, Funk-Thermometer, Funk-Tachometer am Fahrrad, Garagentoröffner, die Zentralverriegelung am Auto, sogar Funkübertragung der Pulsfrequenz für Jogger und, und, und...

Mit diesem Applikationsbericht soll nicht schlechthin eine weitere singuläre Anwendung hinzukommen, sondern Rezepte für Eigenentwicklungen mit dem BASIC-Tiger erarbeitet werden. Wie wäre es mit einer Lösung, bei der beliebige Daten über Funk vom BASIC-Tiger an einen PC geschickt werden?

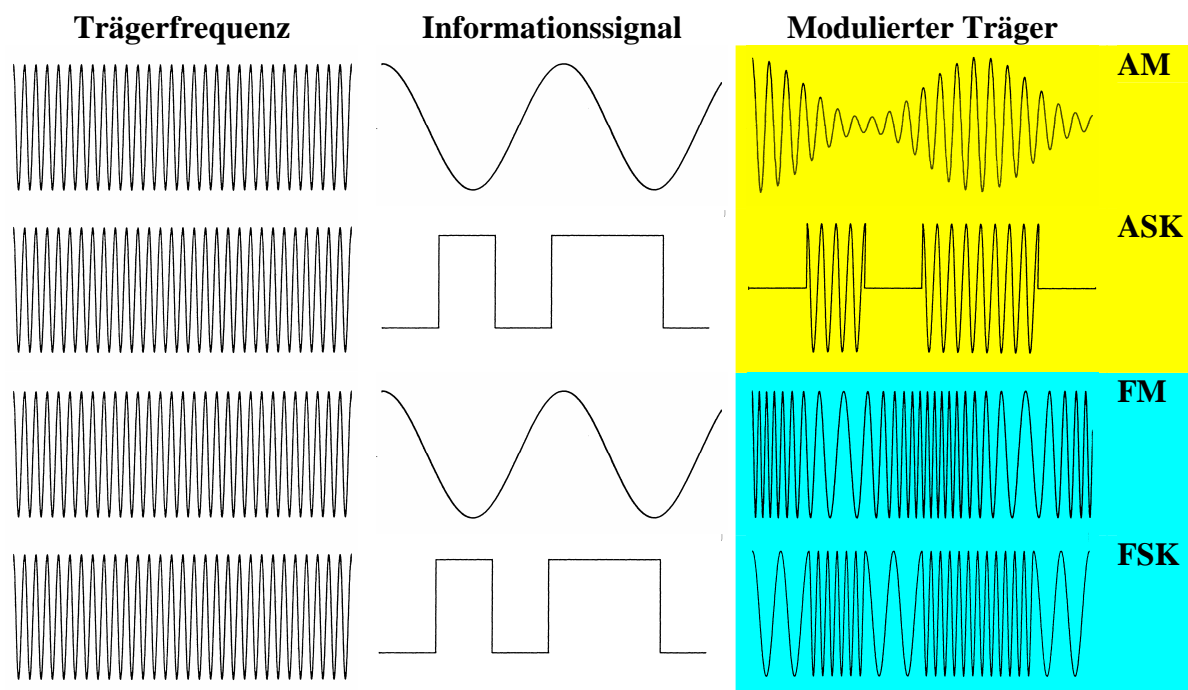
Natürlich kann man im Elektronikhandel oft viel preiswertere Funkübertragungs-Module für verschiedene Zwecke bekommen, allerdings ist man immer auf die vom Hersteller verfolgte Anwendung beschränkt. Ein allgemeines Konzept ist da interessanter, außerdem interessiert sich der BASIC-Tiger-Anwender mehr dafür, wie eine Sache funktioniert. Einiges über die Grundlagen der Funkübertragung werden wir in diesem Applikationsbericht finden, dazu Anregungen zu eigenen Konstruktionen und natürlich eine interessante Anwendung mit dem BASIC-Tiger.

1.1. Wie funktioniert eine Datenübertragung per Funk? - Modulation

Über eine Leitung ist alles ganz einfach, analoge Größen werden als Strom- oder Spannungswert vom Sender zum Empfänger nahezu verlustfrei direkt übertragen (z.B. Kabel vom Radio zum Lautsprecher). Ähnlich einfach ist es bei digitalen Signalen, die Informationen werden als Low oder High, 0 oder 1 direkt auf der Gegenseite verstanden (z.B. RS232-Schnittstelle). Bei einer Funkstrecke ist es etwas komplizierter. Da Sender und Empfänger eines Informationskanals wenigstens annähernd auf derselben Frequenz arbeiten sollten, muß es andere Parameter geben, mit denen sich Daten (egal, ob analog oder digital) per Funk übertragen lassen. Mit der sogenannten Modulation werden bestimmte Parameter des eigentlichen Funksignals (der Trägerfrequenz) durch das Informationssignal verändert. Diese Veränderungen "merkt" die Gegenstelle und gewinnt dadurch wieder das entsprechende Informationssignal. Es gibt nun verschiedene Parameter, die in einem Trägerfrequenzsignal verändert werden können, daraus leiten sich verschiedene Modulationsverfahren ab, von denen die wichtigsten in Tabelle 1 gezeigt werden. Man erkennt zwei Gruppen, bei der einen Gruppe wird die Trägerfrequenz analog moduliert (AM = Amplitudenmodulation, FM = Frequenzmodulation) und bei der anderen digital (ASK = Amplitudenumtastung, FSK = Frequenzumtastung). Weitere Modulationsarten wie Phasenmodulation (PM), Phasenumtastung (PSK) sowie Modulationsmethoden mit Pulsträgern sollen hier nicht behandelt werden. Abschließend noch eine Wertung der 4 Methoden.

AM und ASK sind sowohl auf der Senderseite (Modulator) als auch auf der Empfängerseite (Demodulator) schaltungstechnisch einfacher zu realisieren. Allerdings ist auch die Störanfälligkeit größer, da die Amplitude nicht nur gewollt, sondern häufig auch ungewollt schwankt. Ein Beispiel hierfür ist die eher schlechte Empfangsqualität von Mittelwellen- und Kurzwellensendern, die meist mit AM arbeiten.

FM und FSK gleichen Empfangsprobleme viel leichter aus, wie man es vom UKW-Rundfunk her kennt. Störungen können zwar auch hier die Amplitude beeinflussen, kaum jedoch die Frequenz, und die enthält ja die eigentliche Information. Diesem Vorteil steht schaltungstechnischer Mehraufwand gegenüber.



Tab. 1 Die für uns wichtigsten Modulationsarten

Wie man sieht, sind die beiden letzten Modulationsarten ASK und FSK ein Sonderfall der entsprechenden Methoden AM und FM. Bei der Funk-Datenübertragung mit dem BASIC-Tiger werden in der Regel nur digitale Signale in Frage kommen, hier ist es letztlich gleichgültig, ob die Funkstrecke mit AM bzw. ASK oder FM bzw. FSK arbeitet. So gesehen, muß man sich nur noch zwischen Amplitudenmodulation und Frequenzmodulation entscheiden, wobei die Frequenzmodulation hinsichtlich Störfestigkeit entscheidende Vorteile aufweist.

Neben der Modulationsart einer Funkstrecke gibt es weitere Kriterien bei der Auswahl einer geeigneten Lösung, zu beachten sind hier:

- das Frequenzband und die Lage der dort gewählten Frequenz,
- die Reichweite.
- die maximale Datenübertragungsrate,

- der Spannungs- und Strombedarf (ggf. Standby-Schaltung),
- und natürlich der Preis.

1.2. Rechtliche und technische Fragen - Trägerfrequenzen

Noch vor einigen Jahren gab es erhebliche Restriktionen beim Bau und beim Betrieb von funktechnischen Einrichtungen. Mittlerweile sind einige Schranken gefallen, viele Geräte sind nicht mehr lizenz- und gebührenpflichtig, auch ein Selbstbau von Funkanlagen ist bei Beachtung der Vorschriften ohne Probleme möglich. Nach wie vor wichtig ist aber die exakte Einhaltung der für solche Anwendungen geltenden Vorschriften. So müssen die Trägerfrequenzen genau stimmen, Sendeleistung und Störstrahlungen dürfen nur ein bestimmtes Maß erreichen, um Störungen anderer Funkdienste zu verhindern. In neuester Zeit ist noch eine Vorschrift dazugekommen, die die Einschaltzeit des Senders betrifft. Es ist an sich logisch, daß man nur sendet, wenn man wirklich etwas zu sagen hat, die neue Vorschrift reglementiert die aktive Sendezeit mit Prozentangaben, das wird mit „Duty Cycle“ bezeichnet.

Die Frequenzen "für den allgemeinen Bedarf" wurden im Laufe der Jahre immer erweitert, zur Zeit sind folgende Bänder verfügbar, die genauen Frequenzbereiche und andere Einzelheiten für die unterschiedlichen Anwendungsfälle sind in entsprechenden Vorschriften festgelegt. Hier ist zu beachten, daß auf allen Bändern meist noch verschiedene Kanäle benutzt werden können, deren Auswahl auch einen Einfluß auf die Übertragungsqualität hat. Wählt man beispielsweise die Mittenfrequenz aus, ist man in „guter Gesellschaft“, das machen nämlich fast alle Hersteller und somit gibt es viele mögliche Störquellen.

- 27 MHz (allgemeine Anwendungen, Fernsteuerungen)
- 40 MHz (allgemeine Anwendungen, Fernsteuerungen)
- 433 MHz (allgemeine Anwendungen, 433,05 bis 434,79MHz in vielen Ländern Europas)
- 868 MHz (allgemeine Anwendungen, 868,00 bis 870,00MHz europaweit)

Erfahrungsgemäß gilt, daß auf den jeweils neuesten Frequenzen besonders wenige Störungen zu erwarten sind, weil die Anzahl der Funkeinrichtungen dort noch klein ist. So ist heute bei 27 MHz oder 40 MHz kaum noch ein sicherer Betrieb zu erwarten, nicht viel besser sieht es auf dem inzwischen ebenfalls überfüllten 433 MHz-Band aus. Dagegen ist das 868 MHz – Band noch so „neu“, daß man dort die besten Ergebnisse erzielen wird. Leider gibt es deswegen auch noch keine große Auswahl an fertigen Funkmodulen, die HF-technisch optimiert sind und bereits vom Hersteller und den Post- und Fernmeldebehörden genau auf die Einhaltung der Vorschriften geprüft wurden.

Am sichersten ist es, wenn die Geräte das sogenannte FTZ-Zeichen tragen. Wird ein solches Sende-Modul bestimmungsgemäß mit logischen Pegeln angesteuert, sind HF-Probleme und Strafmandate nicht zu erwarten.

Ein wenig Aufwand muß man auch bezüglich der sicheren Datenübertragung treiben. Da sich auf dem gewählten Funkband in der näheren Umgebung etliche „Teilnehmer“ zum Teil gleichzeitig tummeln können, kann es schon vorkommen, daß der Empfänger verstümmelte Nachrichten erhält. Eine Störung der Hochfrequenzübertragung kann kaum ausgeschlossen

werden, mit geeigneten Mitteln kann man aber wenigstens etwas gegen fehlerhafte Meldungen tun.

2. Fertige Funkmodule für die Datenübertragung

Im einschlägigen Elektronik-Versandhandel gibt es eine Vielzahl von fertigen Lösungen, die in der Regel aus einem Sende- und einem dazu passenden Empfangsmodul bestehen, leider kaum etwas im neuen 868 MHz – Bereich. Amplitudenmodulierte Module sind nach den Erfahrungen des Autors für den angestrebten Verwendungszweck kaum brauchbar.

Ein umfangreiches und vielseitiges Sortiment bietet der Erfurter Chiphersteller Melexis GmbH (vormals Thesys Gesellschaft für Mikroelektronik m.b.H.) an, der die interessierenden Frequenzbereiche und Modulationsarten mit einer Reihe von hochintegrierten IC's abdeckt. Neben den eigentlichen IC's liefert Melexis auch sogenannte Evaluation Boards an, die auf einer kleinen Leiterplatte alle Komponenten enthalten, also fertig zum Senden und Empfangen sind. Die Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der verfügbaren IC's mit ihren Möglichkeiten:

Transmitter IC	TH7107	TH71071	TH71072	TH7108	TH71081	TH71082
Frequency Range	310 – 480 MHz	310 – 480 MHz	310 – 480 MHz	800 – 950 MHz	800 – 950 MHz	800 – 950 MHz
Supply Range	2.0 – 5.5 V	2.0 – 5.5 V	2.3 – 5.5 V	2.0 – 5.5 V	2.0 – 5.5 V	2.3 – 5.5 V
Supply Current	5 – 12 mA	5 – 11.5 mA	5 – 12 mA	6 – 13 mA	6 – 12.5 mA	6 – 13 mA
Standby Current	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA
Modulation	FSK, FM, ASK	ASK	ASK	FSK, FM, ASK	ASK	ASK
RF Output	Differential -12 to 3 dBm	Differential -12 to 3 dBm	single-ended -14 to 0 dBm	Differential -16 to 1 dBm	differential -16 to 1 dBm	Single-ended -18 to -3 dBm
Clock Output	Yes	No	yes	Yes	no	Yes
Package	SSOP16	SOP8	SOP8	SSOP16	SOP8	SOP8

Receiver IC	TH7110	TH71101	TH71102	TH7111	TH71111	TH71112
Frequency Range	310 – 480 MHz	310 – 480 MHz	310 – 480 MHz	800 – 950 MHz	800 – 950 MHz	800 – 950 MHz
Supply Range	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK	2.5–5.5V, FSK 2.3-5.5V, ASK
Supply Current	6.5 – 7.8 mA	6.5 – 7.8 mA	6.5 – 7.8 mA	7.6 – 9.2 mA	7.6 – 9.2 mA	7.6 – 9.2 mA
Standby Current	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA	< 50 nA
Demodulation	FSK, FM, ASK	FSK, FM, ASK	FSK, FM, ASK	FSK, FM, ASK	FSK, FM, ASK	FSK, FM, ASK
Frequency Conversion	Double superhet	Single Superhet	double superhet	double superhet	single superhet	Double superhet
Input Sensitivity (incl. RF front-end filter loss)	-111 dBm @ 40kHz BW @ FSK	-110 dBm @ 40kHz BW @ FSK	-111 dBm @ 40kHz BW @ FSK	-109 dBm @ 40kHz BW @ FSK	-108 dBm @ 40kHz BW @ FSK	-109 dBm @ 40kHz BW @ FSK
Max. Input Signal	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK	0 dBm, FSK -10 dBm, ASK
Image Rejection (incl. RF front-end filter)	> 65 dB	> 50 dB	> 65 dB	> 65 dB	> 50 dB	> 65 dB
Spurious Emission	< -70 dBm	< -70 dBm	< -70 dBm	< -70 dBm	< -70 dBm	< -70 dBm
Multi-channel Option	Yes	No	no	Yes	no	No
PLL Demodulator Option	Yes	No	no	Yes	no	No
Package	LQFP44	LQFP32	LQFP32	LQFP44	LQFP32	LQFP32

Tab. 2 verschiedene Sender- und Empfänger-IC's der Firma Melexis G.m.b.H. Erfurt

Umfangreiche Datenblätter zu diesen Schaltkreisen sowie zu verfügbaren Evaluationsboards findet man unter:

http://www.melexis.com/home_products.htm

Der Autor hat sich für das Pärchen Sender TH7108 und Empfänger TH71112 entschieden, beide für 868MHz und FSK. Die Melexis GmbH bietet neben den IC's und den **Evaluationsboards** (EVB7108 derzeit um 100 DM und EVB71112 knapp 200 DM) ggf. auch unbestückte Platinen und für integrierte professionelle Lösungen kostenlos Gerberfiles (komplette Konstruktions- und Herstellungsunterlagen der Boards) an.

Bild 1 zeigt beide Module im Größenvergleich mit einem Tiny-Tiger, wirklich „tragbare“ Lösungen, die bei Eigenentwicklung der Leiterplatte und Verzicht auf nicht benutzte Möglichkeiten der Evaluation Boards noch deutlich kleiner werden kann.

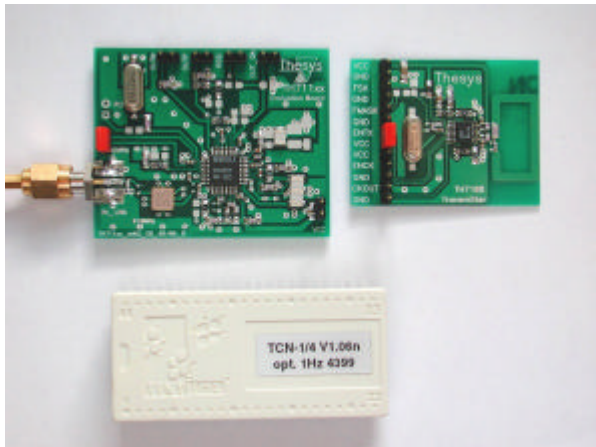


Bild 1 Empfangsmodul EVB71112 (links) und Sendemodul EVB7108 (rechts)

3. Das Übertragungskonzept

Neben den eben erörterten Hochfrequenzfragen müssen wir natürlich auch noch klären, was für Daten wir eigentlich übertragen wollen. Prinzipiell könnten alle Datenpins des BASIC-Tigers Kandidaten für eine HF-Übertragung sein. Wir wollen uns im Rahmen dieses Artikels wieder einmal die serielle Schnittstelle vornehmen, weil das die weitaus größeren Möglichkeiten eröffnet. Allerdings ist mit vertretbarem Aufwand nur eine einseitige Verbindung realisierbar, entweder vom BASIC-Tiger zu einem PC oder umgekehrt. Damit haben wir ähnliche Verhältnisse wie im Projekt „Datenübertragung mit Laserpointer“. Der Sender soll vom BASIC-Tiger über RS232-Pegel gesteuert werden und der Empfänger seine Daten an die RS232-Schnittstelle des PC übergeben, seine Betriebsspannung sollte der Empfänger möglichst aus der seriellen Schnittstelle gewinnen. Das erspart ein eigenes Netzteil oder Batterien und würde das Einsatzgebiet erheblich erweitern. Unser Konzept:

- Der BASIC-Tiger soll senden (autonomes Meßgerät sendet Daten...),
- beide „Enden“ sollen mit RS232-Pegeln arbeiten (Plug-and-Play-Lab und PC),
- der Empfänger soll seine Betriebsspannung möglichst von der seriellen Schnittstelle des PC bekommen.

4. Empfängerschaltung

Der HF-Teil ist bereits fertig, hier muß eigentlich nur noch die kleine Empfänger-Leiterplatte EVB71112 mit dem Pegelwandler MAX232 und einer 9-poligen Buchsenleiste verbunden werden. Mit der angegebenen Schaltung kann die Betriebsspannung für die Gesamtschaltung unter Umständen aus der seriellen Schnittstelle des PC selbst gewonnen werden. Voraussetzung ist, daß diese an den Pins 4 und 7 soviel Strom über die Dioden abgeben kann, daß die Spannung für die IC's und den Sender noch etwa 5V beträgt. Bei einigen PC's, Laptops und leider auch dem Plug-and-Play-Lab funktioniert das nicht so gut, hier ist die verfügbare Spannung zu gering, um weitere Schaltungsteile zu versorgen. Wenn die Schaltung fertig ist, sollte deshalb die Betriebsspannung der Schaltung überprüft werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Empfängerseite (also der PC) auch in den Empfangszustand versetzt wird, also muß z.B. das Terminalprogramm gestartet sein! Ist die gemessene Spannung zu gering, muß eine externe +5V-Spannung zugeführt werden (Batterie, Netzteil, Plug-and-Play-Lab). Dazu muß an der Schaltung nichts geändert werden, die Dioden sorgen für eine Entkopplung der beiden Stromversorgungen. Das RC-Glied am Eingang ENRX (Steuereingang Standby / Betrieb) des Empfängers dient übrigens dazu, den Empfänger verzögert einzuschalten. Beim Einschalten des Terminalprogramms und damit dem Einschalten der Betriebsspannung für den Empfänger benötigen der MAX232, der Sender selbst und die Abblockkondensatoren einen recht hohen Einschaltstrom. Das kann bei der an sich schon kritischen Situation dazu führen, daß diese Betriebsspannung bei weniger als 3V „hängenbleibt“ und damit gar nichts mehr geht. Die spätere Zuschaltung des Empfängers EVB71112 entschärft dieses Verhalten etwas.

Also zusammengefaßt zur Betriebsspannungsversorgung:

Prinzipiell arbeitet die etwas knapp bemessene „Selbstversorgung“ des Empfängers an vielen seriellen PC-Schnittstellen zuverlässig. Wenn es im Einzelfall nicht klappt (Spannung unter 3,5V), ist eine externe Spannungsversorgung +5V erforderlich.

Der Rest der Schaltung besteht im wesentlichen aus einem 4-fach NAND-CMOS-IC CD4093 mit Schmitt-Trigger-Verhalten. Eigentlich werden nicht alle vier Gatter gebraucht, eine Hintereinanderschaltung ermöglicht aber, für andere Applikationen an den unterschiedlichen Gatterausgängen den richtigen Logikpegel aussuchen zu können. Dies ist z.B. beim Einsatz von BASIC-Tigern ohne eingebaute RS232-Schnittstelle als Sender notwendig, gegenüber der Schaltung Bild 2 muß dann der Pegel negiert werden, die Senderschaltung kann unverändert übernommen werden. Zur Ausblendung kurzer Störimpulse dient ein dazwischen geschaltetes RC-Glied. Das funktioniert so:

Ein RC-Glied am Ausgang des ersten Schmitt-Trigger-Gatters macht die Flanken weniger steil. Kommt eine kurze (unerwünschte) Störnadel, reicht die kurze Zeit nicht, um den Kondensator über den Widerstand aufzuladen und das Umschaltniveau des zweiten Triggereinganges zu erreichen. Die Nadel führt also nicht zum Umschalten dieses Gatters. Bei

einem längeren (echten) Impuls dagegen erreicht der Pegel die Umschaltswelle und das Gatter kippt um. Da dies auch bei der gegensätzlichen Flanke so ist, wird an der Impulslänge praktisch nichts geändert. Das C in der Entstörschaltung (*) ist abhängig von der Baudrate und der Länge typischer Störspitzen, ein Anhaltswert ist etwa $<1\text{nF}$.
 Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung des Empfängers.

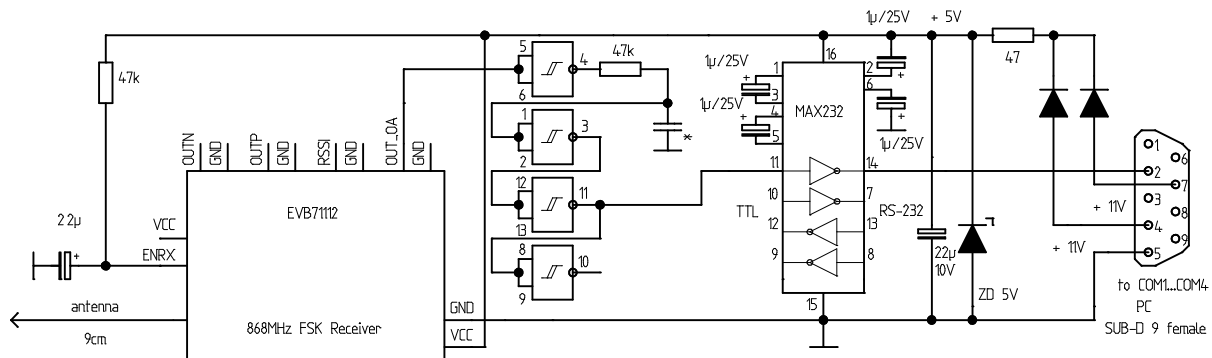


Bild 2 Empfängerschaltung mit EVB71112, RS232-Pegelwandler, Störausblendung und Stromversorgung aus der RS232-Schnittstelle

5. Senderschaltung

Wie die Empfängerschaltung wird auch das Senderboard TH7108 mit einer 5V Betriebsspannung versorgt, gegenüber Modulen, die z.B. 12V benötigen, ist dies ein großer Vorteil für unser Projekt. Neben der Betriebsspannung (VCC) und Masse (GND) gibt es den eigentlichen Dateneingang (FSK), der normalerweise mit CMOS-Pegeln (0V / +5V) umgeschaltet wird. Bei der RS232-Schnittstelle gibt es aber z.B. nur -11V und +11V, wieder ein Fall für den MAX232? Nicht unbedingt, es geht auch einfacher. Die 5-V-Zenerdiode am FSK-Eingang gegen Masse schließt die an der RS232-Schnittstelle auftretenden negativen Pegel kurz, größere Pegel als +5V werden ebenfalls „vernichtet“, so daß keine Schäden am Sendemodul auftreten können. Ansonsten gibt es nur noch eine Besonderheit. Mit den beiden Mode-Eingängen ENCK und ENTX können verschiedene Betriebsmodi des TH7108 eingestellt werden. Diese beiden Anschlüsse haben ebenfalls CMOS-Pegel (mit pull-down-Widerständen) und können einfach von einem BASIC-Tiger-Ausgang gesteuert werden. Alle Varianten sind für uns wahrscheinlich nicht interessant, lediglich die Belegung des Pins ENTX ist wichtig:

- ENTX = 0 oder offen bedeutet bei 0 am Eingang (oder ebenfalls offenem) ENCK Standby-Betrieb (Sender komplett aus),
- ENTX = 1 Sender arbeitet normal (egal, wie ENCK steht).

Damit können (und müssen!!) wir den Sender in Betriebspausen ausschalten. Hier sei nochmals daran erinnert, daß dauernder Betrieb nicht statthaft ist. Der Duty Cycle im 868,3 MHz-Band ist 1%! Bei FSK ist der Sender sowohl bei 0 als auch bei 1 am Dateneingang voll in Betrieb, lediglich die Frequenz wird variiert (siehe Kapitel 1.1). Der normale Ablauf der

Datenübertragung muß also so sein, daß der Sender zunächst mit einem OUT-Befehl (1 an ENTX) beispielsweise über das Logikpin L71 des BASIC-Tigers eingeschaltet, danach die Daten über die serielle Schnittstelle gesendet und abschließend der Sender mit 0 an ENTX wieder ausgeschaltet wird. Zu Erprobungszwecken kann der Sender auch mit einem Jumper (ENTX an VCC) dauerhaft aktiviert werden. Die Schaltung mit Transistor und LED dient zur Anzeige, daß der Sender aktiv ist.

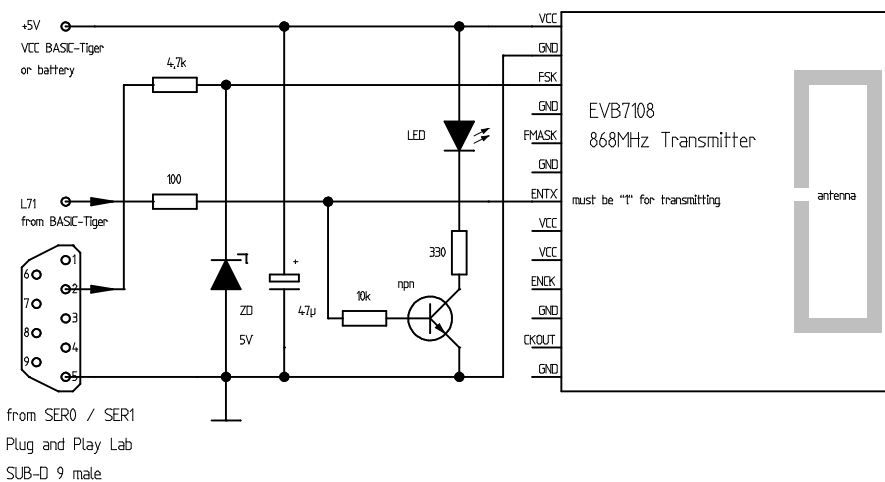


Bild 3 Senderschaltung mit EVB7108, „Stummschaltung“ über ENTX und Pegelbegrenzung auf CMOS-Niveau

6. Betrieb

Sind beide Schaltungen fertig, können wir den Probetrieb aufnehmen. Hier gilt alles, was wir im Applikationsbericht zur Datenübertragung mit Laserpointer gelernt haben. Man kann also eine Datenübertragung vom BASIC-Tiger zum PC aufbauen, dazu wird wieder das Programm TERMINAL.EXE (oder natürlich ein anderes geeignetes Terminalprogramm) gebraucht. Das im Anhang des vorliegenden Applikationsberichtes befindliche Programm FUNK_01.TIG sendet auf der SER1 alle 10 Sekunden einen Text mit 1200 Baud aus, der vom PC oder der seriellen Schnittstelle SER0 des Plug-and-Play-Lab mit der entsprechenden Einstellung gelesen wird. Im Bedarfsfall kann die Baudrate in beiden Programmen (BASIC-Tiger und PC!) herunter oder heraufgesetzt werden. Dazu sucht man sich Baudraten aus, die in beiden Programmen zur Verfügung stehen.

Klappt das alles, kann man nun die Reichweite der Anordnung testen. Laut Herstellerangaben der Funkmodule sollten dies im freien Raum und ungestört bis zu 100m sein. In der Realität wird es durch Gebäude (insbesondere Stahlbeton) und elektrische Störungen (z.B. der BASIC-Tiger oder der PC selbst, andere Funkstrecken usw.) gewisse Reichweitereinbußen geben.

Abschließend noch ein paar Worte zur Übertragungssicherheit. Gedacht ist hier nicht an den Datenschutz, sondern an mögliche „Verstümmelungen“ unserer Daten durch Störungen.

Solche Störungen werden trotz der o.a. Maßnahmen zur Störnadelausblendung immer auftreten, denken wir nur an „fremde“ Sender, die unseren Empfänger natürlich auch erreichen. Da wir nur eine einseitige Verbindung und nur eine einzige „Leitung“ haben, fallen alle üblichen Möglichkeiten der Transferkontrolle einer seriellen Verbindung weg. Wir müssen uns etwas neues einfallen lassen. Eine einfache Möglichkeit wäre z.B., wenn alle Daten dreimal hintereinander ausgesendet werden und der Empfänger überprüft, ob die empfangenen Daten dreimal übereinstimmen. Erst dann werden sie akzeptiert. Nicht absolut sicher, aber schon etwas besser. Auch die bei der seriellen Datenübertragung gemäß RS232 verfügbare Paritätskontrolle gibt eine zusätzliche Sicherheit (muß natürlich bei Sender und Empfänger eingerichtet werden!). Ebenfalls möglich ist die Berechnung einer Checksumme beim Senden und Empfangen der Daten.

Probieren Sie einfach alles aus...