

Funkmodem FM 433

Softwareversion 1.3.6

Handbuch





Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	4
1.1	Mechanische Abmessungen	5
2	Das Anschließen des FM 433	5
2.1	Anschlussbelegung des FM 433	5
2.2	Anschluss an einen Mikrocontroller	6
3	Funktionsweise des FM 433	6
3.1	Betriebseigenschaften	6
3.2	Verhalten Datenempfang	6
3.3	Verhalten Datensenden	7
3.4	Kommandos	7
3.5	Überwachung der Sendezeit	7
4	UART Schnittstelle	8
4.1	Verhalten Flusssteuerung	8
4.2	Kommandobeschreibung	8
4.2.1	Kanalumstellung	9
4.2.2	Kanalabfrage	10
4.2.3	Abfrage Version/Seriennummer	10
4.2.4	Änderung des Blockendezeichens	10
4.2.5	Abfrage RSSI	11
4.2.6	Transparentmodus einschalten	12
4.2.7	Kommando Datensenden	12
4.2.8	Ausgabe empfangener Daten	12
5	Applikationshinweise	13
6	Technische Daten	14

1 Kurzbeschreibung

Das Funkmodem FM 433 ist ein mehrkanaliger Transceiver für den digitalen Datenfunk im lizenzfreien 433-MHz-ISM-Band. Es kann in allen Gebieten der mobilen Datenerfassung, so. z.B. bei Funkanwendungen im Bereich der Logistik zum Einsatz kommen. Die integrierte Sendezeitbegrenzung wird einem Duty-Cycle von 10% gerecht.

Das FM 433 besitzt eine kombinierte Sende- und Empfangseinheit sowie einen definierten unsymmetrischen 50Ω-Ausgang. Zu beachten ist, dass das Gerät nur mit einer $\lambda/4$ -Antenne mit einem der Antennenbuchse entsprechenden Anschluss betrieben werden darf. Andere Antennen, vor allem Antennen mit größerem Antennengewinn dürfen nicht angeschlossen werden. Passende $\lambda/4$ -Antennen sind als Zubehör bei Digades erhältlich.

Das Funkmodem FM 433 ist als Leiterplattenmodul mit SMD-Anschluss pads für die Steuer- und Betriebsspannung und einer SMA-Leiterplattenbuchse als Antennenanschluss erhältlich.

Durch die Verwendung der Frequenz-Synthesizertechnik kann die Betriebsfrequenz zwischen 433,25 MHz und 434,60 MHz auf 28 Kanäle im 50-kHz-Raster eingestellt werden.

Das Modem FM 433 eignet sich zum Senden und Empfangen von kurzen Datenblöcken. Die Länge der Datenblöcke kann bis zu 63 Byte betragen und ist mit einem Blockendezeichen abzuschließen.

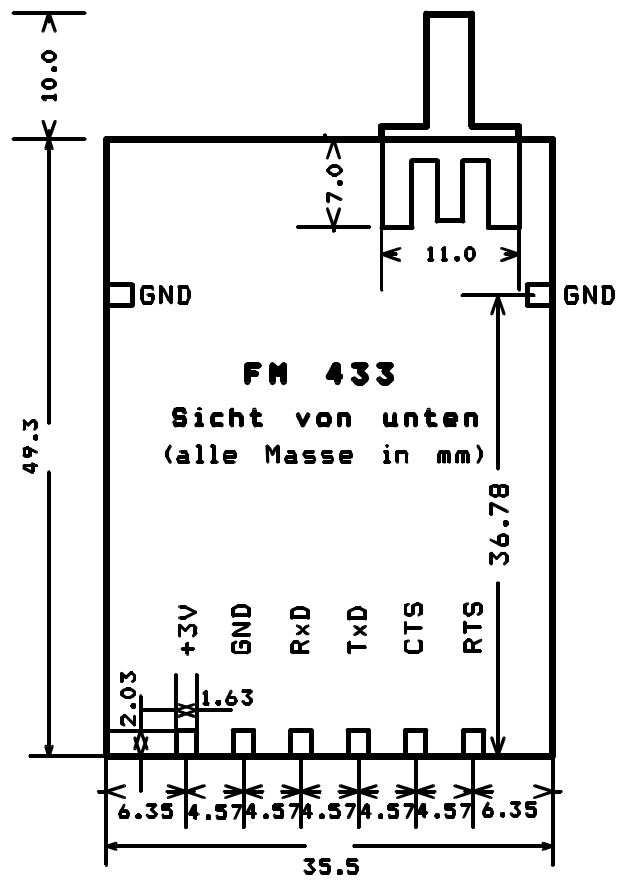
Das FM 433 kann mit den Funkmodems DFM 10 und DFM 10N von Digades kommunizieren. Für die entsprechenden Kombinationen sind die jeweiligen Hinweise zum Blockendezeichen zu beachten.

Im Transparentmodus werden alle Zeichen, die über die RS232-Schnittstelle eingegeben werden über die Funkschnittstelle abgesendet.

Die Sicherheit der übertragenen Daten wird durch eine interne CRC-Verfahren gewährleistet. Zur Vorsorge gegenüber möglichen Datenverlust bei Funkunterbrechungen sollte ein entsprechendes Prozedere oder Protokoll auf der Applikationsseite Berücksichtigung finden.



1.1 Mechanische Abmessungen



2 Das Anschließen des FM 433

2.1 Anschlussbelegung des FM 433



- RTS = Freigabe des Dateneingangs RXD (low-aktiv)
- CTS = Eingang, Freigabe des Datenausgangs TXD (low-aktiv)
- TXD = Datenausgang des Modems
- RXD = Dateneingang des Modems
- GND = Masse
- +3V = Betriebsspannungsanschluss

2.2 Anschluss an einen Mikrocontroller

Das Funkmodem FM 433 kann direkt an eine Mikroprozessorschaltung mit serieller Schnittstelle angeschlossen werden. Dabei kann die Spannung direkt aus der Spannungsversorgung der Mikroprozessorschaltung bezogen werden ($3V=V_{cc}$).

3 Funktionsweise des FM 433

3.1 Betriebseigenschaften

Der Grundzustand nach Anlegen der Versorgungsspannung ist Empfang im Normalmodus auf dem zuletzt eingestellten Kanal.

Empfangene Daten werden unmittelbar im Anschluss ausgegeben und mit "Blockendezeichen" abgeschlossen (s. Abschnitt 4.2.4). Zusammenhängend können maximal 63 Datenbytes abgesendet werden. Einige Systemeinstellungen sind über entsprechende Kommandos änderbar. Die genaue Beschreibung der Kommandos befindet sich im Abschnitt 4.2.

Das Modem kann in einen sogenannten Transparentmodus versetzt werden, welcher die Datenübertragung über den gesamten Zeichensatz ermöglicht. Dabei sind keine Systemkommandos möglich. Eingehende Zeichen werden automatisch abgesendet. Um den Transparentmodus zu verlassen, muss die Betriebsspannung abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten befindet sich das Modem dann im Normalmodus.

Das FM 433 hat einen nichtflüchtigen Speicher, so dass die Systemeinstellungen auch nach dem Ausschalten erhalten bleiben. Im Datenpuffer gehaltene Daten gehen aber verloren.

3.2 Verhalten Datenempfang

Wenn das Modem FM 433 keine erhaltene Kommandos ausführen muss, befindet es sich in beiden Betriebsmodi grundsätzlich im Datenempfang. Empfangene Daten werden geprüft und in den Ausgabepuffer geschrieben. Bei gesetztem CTS (High-Pegel) werden die Daten dort gehalten, bis diese abgesetzt werden können, andernfalls sofort an der UART ausgegeben. Es können maximal 120 Byte im Sendepuffer gehalten werden. Bei vollem Ausgabepuffer werden weiter eintreffende Daten komplett verworfen.



3.3 Verhalten Datensenden

Sobald das Modem per Kommando einen Datensatz erhält, werden diese Daten sofort mit CRC erweitert und auf dem aktuellen Kanal abgesendet.

Im Transparentmodus werden eingegangene Daten automatisch abgesendet.

3.4 Kommandos

Das Modem FM 433 kann im Normalmodus folgende Kommandos ausführen:

- Ändern des aktuellen Übertragungskanals,
- Abfragen des aktuell eingestellten Kanals,
- Abfrage der Softwareversion und der gerätespezifischen Seriennummer,
- Änderung Blockendezeichen (ETX),
- Abfrage des RSSI,
- Kommando Transparentmodus einschalten,
- Kommando Datensenden (auf aktuellem Kanal).

Durch die Nutzung eines festgelegten Kommandoaufbaus wird zwischen Systemkommando und Datensendenbefehl unterschieden. "Ungültige" Systemkommandos werden als Datensendenbefehl interpretiert.

Nach jedem gültigen Systemkommando wird eine Antwort ausgegeben.

3.5 Überwachung der Sendezeit

Der nutzbare Bereich ist entsprechend der geltenden R&TTE-Richtlinie für einen Duty-Cycle von maximal 10% zugelassen. Als Basis für die Zeitberechnung gilt eine Stunde in der maximal 360 s gesendet werden darf. Die Sendezeit wird im Modem überwacht, so dass ein Überschreiten nicht möglich ist. Bei drohender Überschreitung wird im Normalmodus eine Fehlermeldung ausgegeben. Im Transparentmodus wird das Absenden entsprechend verzögert.

Nach dem Einschalten des Modems (Betriebsspannung anlegen) wird "angenommen", das Modem sei schon 6 Minuten an. Daraus ergibt sich ein Sendezeitguthaben von 36 s, welches entsprechend ausgeschöpft werden kann.

Bei häufig wiederholtem Ein- und Ausschalten kann die interne Sendezeitüberwachung nicht mehr die Einhaltung des vorgeschriebenen Duty-Cycles gewährleisten. Da die Zulassung des Funkmodems FM 433 bei Nichteinhaltung des Duty-Cycles erlischt, trägt in jedem Fall der Nutzer die Verantwortung für dessen Einhaltung.

Die benötigte Sendedauer in Abhängigkeit der Anzahl zu übertragender Daten kann mit folgenden Formeln überschlägig berechnet werden:

- Normalmodus: $\text{Sendedauer(ms)} = \text{Datenbytes} * 2 + 23$
- Transparentmodus: $\text{Sendedauer(ms)} = \text{Datenbytes} * 1,67 + 21,7$

4 UART Schnittstelle

Die Kommunikation mit dem Funkmodem FM 433 erfolgt über die serielle Schnittstelle. Zur Flusststeuerung werden die Signale RTS/CTS genutzt.

physikalisch:	Baudrate:	9.600 Bd
	Anzahl Datenbits:	8
	Parität:	keine
	Anzahl Stopbits:	1
	Flusskontrolle:	RTS / CTS
	Pegel:	3V, positive Logik

4.1 Verhalten Flusststeuerung

Durch Setzen bzw. Abfragen der Signale RTS/CTS wird die Datenübertragung über die UART gesteuert.

Nach einem Setzen von RTS werden maximal noch 8 Byte empfangen, alle weiteren werden verworfen.

Auszugebende Daten können bei Nichtabnahme nur bis zu einer Gesamtlänge von 120 Byte gepuffert werden. Weitere auszugebende Daten (empfangene Daten, Befehlsantworten) werden bei gefülltem Puffer verworfen. Der Befehl wird aber trotzdem ausgeführt (z.B. Kanal ändern).

4.2 Kommandobeschreibung

Nach jedem gültigen Systemkommando wird eine Antwort ausgegeben. Ein erfolgreicher Datensendebefehl wird nicht bestätigt.



4.2.1 Kanalumstellung

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (2 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	f	Kanalnummer xx	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (2 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	F	Kanalnummer xx	ETX

Die Zuweisung der Kanalnummern zu den Übertragungsfrequenzen:

Kanal 01	433,25 MHz	Kanal 02	433,30 MHz
Kanal 03	433,35 MHz	Kanal 04	433,40 MHz
Kanal 05	433,45 MHz	Kanal 06	433,50 MHz
Kanal 07	433,55 MHz	Kanal 08	433,60 MHz
Kanal 09	433,65 MHz	Kanal 10	433,70 MHz
Kanal 11	433,75 MHz	Kanal 12	433,80 MHz
Kanal 13	433,85 MHz	Kanal 14	433,90 MHz
Kanal 15	433,95 MHz	Kanal 16	434,00 MHz
Kanal 17	434,05 MHz	Kanal 18	434,10 MHz
Kanal 19	434,15 MHz	Kanal 20	434,20 MHz
Kanal 21	434,25 MHz	Kanal 22	434,30 MHz
Kanal 23	434,35 MHz	Kanal 24	434,40 MHz
Kanal 25	434,45 MHz	Kanal 26	434,50 MHz
Kanal 27	434,55 MHz	Kanal 28	434,60 MHz

Der vorgegebene Wertebereich der Kanalnummern ist einzuhalten. Befehle mit abweichenden Parameterwerten werden richtig ausgeführt, jedoch erfolgt die Zuordnung der Kanaleinstellung in der Regel auf Kanal 28. Davon abweichende Kanaleinstellungen z.B. Kanal 01 sind möglich.

4.2.2 Kanalabfrage

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (0 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	k	kein	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (2 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	K	Kanalnummer xx	ETX

4.2.3 Abfrage Version/Seriennummer

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (0 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	v	kein	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	SerienNr./SW- Version (16 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	V	SNnnnnnn SWx.x.x	ETX

4.2.4 Änderung des Blockendezeichens

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (1 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	b	neues ETX	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (1 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	B	neues ETX	(altes) ETX



Bei Übergabe eines ungültigen Zeichens ist der Befehl als solcher gültig, das neue Zeichen wird jedoch nicht als neues ETX übernommen. In der Antwort ist das gültige (neue) ETX Zeichen enthalten. Ungültig sind alle Zeichen im Bereich zwischen 0x20 und 0x7f. Die Antwort selbst wird noch mit dem alten ETX abgeschlossen.

Das eingestellte Blockendezeichen bleibt auch nach dem Ausschalten erhalten.

Bei Applikationen eines FM 433 mit einem DFM 10 muss das Blockendezeichen ETX = 03h sein, da sonst keine Funkkompatibilität besteht.

Ist es erforderlich, das Blockendezeichen zu ändern, muss dies entsprechend bei allen am System teilnehmenden Modulen (FM 433/DFM 10N) geschehen, da andernfalls keine Datenübertragung möglich ist.

4.2.5 Abfrage RSSI

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (0 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	r	Kein	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (2 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	R	RSSI Wert	ETX

Der RSSI wird im HF-Empfänger alle 12 ms gemessen. Der Rückgabewert kann also bis zu 12 ms alt sein.

Die Rückgabewerte entsprechen typischerweise folgender Eingangsleistung (Zwischenwerte können interpoliert werden):

Eingangspegel	RSSI
-110 dBm	14 (0x0E)
-100 dBm	19 (0x13)
-90 dBm	28 (0x1C)
-80 dBm	35 (0x23)
-70 dBm	43 (0x2B)
-60 dBm	51 (0x33)
-50 dBm	57 (0x39)
-40 dBm	63 (0x3F)

4.2.6 Transparentmodus einschalten

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (0 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	t	Kein	ETX

Antwort:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	Parameter (0 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	T	Kein	ETX

Der Transparentmodus kann nur durch Abschalten der Betriebsspannung verlassen werden. Nach jedem Einschalten ist der Normalmodus wieder aktiv. Jedes über die UART ankommende Zeichen wird schnellstmöglich abgesendet. Es ist kein ETX erforderlich. Bei Überschreiten der Sendebegrenzung erfolgt das Absenden entsprechend später. Weiter ankommenden Zeichen, die zum Pufferüberlauf führen würden, werden solange nicht mehr aufgenommen (RTS wird gesetzt). Auf der Funkschnittstelle wird ein anderes Protokoll verwendet, welches nicht mit dem in Normalmodus verwendeten kompatibel ist. Zum Aufbau einer Datenübertragung müssen also beide Modems in den Transparentmodus gebracht werden.

4.2.7 Kommando Datensenden

Daten (0 .. 63 Byte)	End Of Text (1 Byte)
	ETX

Das Datensenden erfolgt nach Empfang von ETX. Sollten mehr als 63 Bytes übertragen worden sein, werden die letzten 63 Bytes unmittelbar vor ETX abgesendet. Innerhalb der Daten darf sich kein gültiger Befehl befinden. Bei drohender Überschreitung der Sendebegrenzung wird eine Meldung ausgegeben:

Steuersequenz (3 Byte)	Kommando (1 Byte)	End Of Text (1 Byte)
00#	X	ETX

4.2.8 Ausgabe empfangener Daten

Daten (0 .. 63 Byte)	End Of Text (1 Byte)
	ETX

Die Daten werden nur ausgegeben, wenn genügend Platz im Sendepuffer vorhanden ist.



5 Applikationshinweise

Da es sich beim FM 433 um ein funktechnisches Gerät handelt, ergeben sich für den Einsatz einige prinzipbedingte Voraussetzungen.

Die Betriebsspannung muss unbedingt geglättet werden, da auftretende Ripple zu einer ungewollten Modulation des internen VCO führen und damit die Übertragung stören.

Zwischen dem Anschluss GND (Masse) und dem Antennenanschluss des Funkmodems FM 433 ist ein Potentialunterschied unzulässig.

Jede Störstrahlung eines anderen elektrischen Gerätes kann die Übertragung von Daten beeinflussen. Dazu zählen Prozessoren, Computer Drucker oder Telefonmodems, die sich in der Nähe des Empfängers befinden. Unter Beachtung folgender Aspekte kann deren Einfluss auf die Empfangsqualität erheblich vermindert werden:

Bei Übertragungsproblemen sollte ein Mikroprozessor, der mit dem FM 433 zusammenarbeitet, in der Empfangsphase auf HALT geschaltet werden. Nach einem Datenempfang kann er (z.B. durch Interrupt an der seriellen Schnittstelle) wieder in den normalen Betriebszustand zurückversetzt werden. Reicht die Rechenleistung eines Mikroprozessors nicht für die ständige Empfangsbereitschaft auf der seriellen Schnittstelle aus, dann kann er dem FM 433 durch Setzen des CTS-Signals auf „High“ das Senden auf der RS232 verbieten. Dabei ist zu beachten, dass Empfangsdaten verworfen werden, wenn der Empfangspuffer gefüllt ist.

Die Antenne sollte so weit wie möglich von störenden Schaltungsteilen (auch PC oder Laptop) entfernt platziert sein. Dazu gehören auch Bauteile wie z.B. Speicher, auf die der Prozessor zyklisch zugreift.

Bei der Aufstellung des Gerätes mit dem integrierten Funkmodem FM 433 sollte immer der größtmögliche Abstand zu anderen elektronischen Geräten gewählt werden. Bei Empfangsproblemen kann es schon helfen, die Lage des Gerätes um wenige Zentimeter zu verändern.

Um die erforderliche Flankensteilheit einzuhalten, ist die minimal erforderliche Strombelastbarkeit von 3mA bei LOW- und HIGH-Pegel zu gewährleisten. Dies ist bei der Verwendung von Standard-IC's 74HCxxx oder ähnlichen gesichert.

Um eine sichere Funkübertragung zu gewährleisten, sollte der Abstand zwischen zwei Geräten nicht geringer als 1m gewählt werden. Anderenfalls kann es zu Übersteuerungen und damit zu Übertragungsfehlern kommen.

Der Anwender muss beachten, dass trotz Verwendung eines Protokolls mit CRC-Bildung es nicht auszuschließen ist, andere (systemfremde) Sender zu empfangen, die das gleiche Protokoll verwenden. In diesem Fall erfolgt eine Ausgabe von Daten durch das FM 433 auf der RS232-Schnittstelle. Die muss durch die Anwendersoftware abgefangen werden.

Vor allem beim Aufbau eines Mehrkanalsystems mit mehreren FM 433 in enger räumlicher Nachbarschaft kann das Phänomen des so genannten Spiegelfrequenzempfangs auftreten. Das Modem arbeitet mit einer Zwischenfrequenz von 455 kHz. Dadurch ist es möglich, dass aufgrund begrenzter Filterdämpfungen Signale, die ca. 900 kHz bzw. $900/50 = 18$ Kanäle unterhalb des eingestellten Frequenzkanals liegen, in den Empfangsbereich umgesetzt werden. Dies führt unter Umständen zum Empfang eines unerwünschten Kanals (z. B.: Empfang von Kanal 1 bei eingestelltem Kanal 19) oder zu einer erhöhten Störanfälligkeit der eigentlichen Funkverbindung auf dem gewählten Kanal. Das betrifft in erster Linie die Kanäle 19 – 28, deren „Spiegelfrequenzkanäle“ die Kanäle 1 – 10 sind (Die übrigen Kanäle nur dann, falls entsprechende Störsignale unterhalb des Frequenzbereiches des FM 433 auftreten sollten).

6 Technische Daten

Betriebsfrequenz:	28 Kanäle im 50 kHz-Raster
Frequenzaufbereitung:	Synthesizer-Technik
Nachbarkanaldämpfung:	40 dB
Betriebsspannung:	+ 3V DC \pm 10%
Stromaufnahme:	Sendebetrieb < 55mA Empfangsbetrieb < 40mA
Sendeleistung:	typ. 9 dBm
Empfängerempfindlichkeit:	typ. -108 dBm bei BER 10 ⁻³
Reichweite:	typ. 1.000m im freien Raum
Betriebsbereitschaft:	ca. 300ms nach Anlegen VCC
Umschaltzeit zwischen Senden und Empfangen:	typ. 5 ms (nach Beendigung des Datensendens)
Kanalumschaltzeit:	typ. 15 ms (ETX bis neuer Kanal gültig)
Datenrate auf HF-Kanal:	4.800 Baud
Übertragungsprotokoll:	SDLC-Protokoll, CRC, Biphasencodierung
Schnittstelle:	RS 232 mit TTL-Pegel RXD; TXD; CTS; RTS ASCII-Zeichen max. 63 Byte + ETX
Schnittstellenformat:	9.600 Baud 8 Bit; 1 Stopbit; keine Parität
Abmessungen:	36 mm x 50 mm x 6 (ohne SMA-Anschluss und Antenne)
Arbeitstemperaturbereich:	von -20°C bis +70°C