

IR-Fernbedienungsprotokolle

Aufgezeichnet und vermessen

Wenn man mit Fernbedienungs-ICs experimentiert, benötigt man Informationen zu den Fernbedienungsprotokollen verschiedener Hersteller von Geräten der Unterhaltungselektronik. Hier sind sie!



In den meisten Systemen zur Programmierung und Steuerung von brauner Ware (Unterhaltungselektronik) werden nur geringe Datenmengen mit dem Ziel niedrigster Kosten übertragen. Nach einer Zeit der Steuerung über Ultraschall haben sich seit etwa 1975 als Qasi-Standard Infrarotfernsteuerungen durchgesetzt, die sich durch geringste Kosten (für den Hersteller), hohe Reichweite und Übertragungssicherheit auszeichnen. Die Elektronik eines typischen Senders besteht heute nur noch aus einem IC, das je nach gedrückter Taste über einen Transistor eine Infrarotleuchtdiode ansteuert, und einem billigen Resonator für die Takterzeugung. Auf der Empfängerseite wurden ICs wie der Typ SFH505-xx von Siemens entwickelt, die ohne externe Beschaltung das gefilterte und verstärkte Signal an einen Mikrocontroller oder Dekoder zur Befehlsauswertung weiterleiten. Leider verwenden die Hersteller von Geräten der Unterhaltungselektronik unterschiedliche Protokolle, so dass sich im Besitz der Verbraucher in der Regel mehrere inkompatible Fernbedienungen befinden.

Infrarot-Fernsteuerungen müssen auch bei hohen Infrarot-Störpegeln, wie sie beispielsweise von Heizungen, Glühlampen und ähnlichen Wärmequellen erzeugt werden, einwandfrei arbeiten. Um eine ausreichende Störfestigkeit gegenüber Umgebungsstrahlung

zu erreichen und außerdem eine ausreichende Entfernung überbrücken zu können, wird das Infrarotlicht im Allgemeinen mit einer Frequenz zwischen 30 kHz und 40 kHz moduliert, die für die Dauer einer Informationseinheit (Bit) gesendet wird.

Daneben gibt es noch ein Übertragungsverfahren, Flash-Mode genannt, das Infrarotlicht in Form von kurzen Lichtblitzen aussendet. Als Beispiel dafür kann das IC MV500 von Plessey (vorgestellt in Elektor 2/91) angesehen werden, das das Licht in Form von 17 μ s kurzen Blitzen mit unterschiedlich langer Pausen aussendet. Nokia verwendete mit dem IC IRT1250 ein ähnliches Verfahren. Dieses Übertragungsverfahren hat sich jedoch in der Unterhaltungselektronik nicht durchgesetzt, weshalb fast ausschließlich die modernen Übertragungssysteme mit moduliertem Infrarotlicht arbeiten.

Die nachfolgenden Oszilloskopbilder wurden mit dem Empfänger-IC TFMS5360 von Temic aufgenommen und zeigen invertiert den gesendeten Kode der jeweiligen Fernsteuerung.

Dieses IC ist für eine Trägerfrequenz von 36 KHz optimiert, empfängt jedoch unter Berücksichtigung einer reduzierten Reichweite auch andere Frequenzen. In der oberen Bildhälfte wird ein einzelnes Telegramm und in der unteren ein andauernder Tastendruck dargestellt. Der Ausgang des ICs schaltet nach Low, wenn der Sender die Modulationsfrequenz sendet.

Für eigene Untersuchungen ist wichtig zu wissen, dass die Hersteller in der Wahl der Taktfrequenz für ihr Sender-ICs natürlich frei sind und sich damit naturgemäß Abweichungen von den angegebenen Zeiten ergeben können. Weiterhin können sich Pulslängenverfälschungen durch Toleranzen und die Wahl des Empfänger-ICs von $\pm 160 \mu$ s (laut Datenblatt der Firma Temic) ergeben.

Die beschriebenen Codes decken nicht die gesamte Vielfalt an Fernbedienungen ab. Viele Firmen kochen hier ihr eigenes Süppchen, sei es aus Kostengründen oder aus Randbedingungen, welche die Standard-ICs nicht erfüllen können. Setzt man maskenprogrammierbare Microcontroller ein, ist man naturgemäß

frei von irgendwelchen Konventionen und kann das Protokoll der eigenen Hardware oder den Vorlieben des Softwareentwicklers anpassen. Auch dürften Lizenzprobleme und Patente eine Rolle spielen, wenn ein Hersteller kein normiertes Protokoll in seinem Microcontroller verwendet. Moderne Fernbedienungen können auch mehrere Kode-Formate pro Tastendruck senden. Als Beispiel hierfür kann stellvertretend für andere die Firma Loewe aufgeführt werden, die nach Umschaltung auf VTR beziehungsweise DVD zuerst

das Japan- und anschließend nach etwa 50 ms das RC5-Format sendet. Grund hierfür dürfte der Zukauf von fertig programmierten Modulen sein, die ein schnelleres Entwickeln von Geräten ermöglichen, protokollmäßig aber nicht alle aufeinander abgestimmt sind. Welche Hersteller von Unterhaltungselektronik welches Format verwenden, ist nebenstehend aufgeführt, wobei die bei den Recherchen für diesen Artikel festgestellte Zuordnung nicht auf alle Geräte zutreffen muss.

(010023-1)ng

Verwendetes Format	Hersteller
RECS80	Thomson, Nordmende
NEC	Harman/Kardon, Yamaha, Canon
DENON	Denon
SIRCS	Sony
RC5	Loewe, Philips, Grundig, Marantz
MOTOROLA	Grundig, Kathrein
JAPAN	Panasonic, Loewe
SAMSUNG	Samsung
DAEWOO	Daewoo

RC5-Kode

Ein in Europa weit verbreiteter Standard zur Infrarot-Datenübertragung wurde von Philips mit dem RC5-Kode entwickelt. Dieser Kode kann 2048 unterschiedliche Befehle übermitteln, die in 32 adressierbare Gruppen mit jeweils 64 Befehlen zusammengefasst sind. Jedes Gerät erhält bei diesem System eine eigene Adresse, so dass beispielsweise beim Regeln der Lautstärke des Fernsehers die Lautstärke der Stereoanlage unbeeinflusst bleibt. Der ausgestrahlte Kode besteht aus einem 14 Bit langen Datenwort und ist wie folgt aufgebaut:

- 2 Start-Bits zum Einstellen des AGC-Pegels (Auto gain control) im Empfänger IC.
- 1 Toggle-Bit zeigt eine neue Datenübertragung an.
- 5 Systemadressen-Bits
- 6 Befehls-Bits

Das Toggle-Bit wechselt bei jeder neuen Tastenbetätigung den Wert, um zwischen einem erneuten oder dauerhaften Druck der gleichen Taste unterscheiden zu können. Danach folgen fünf Adressen-Bits, die angeben, welches Gerät auf den Befehl reagieren soll. Zuletzt wird das eigentliche Kommando übermittelt. Beim RC5-Kode werden die Befehle biphasenkodiert, ein Bit wird also aus zwei alternierenden Halbbits zusammengesetzt. Die Kombination Low/High kennzeichnet ein gesetztes Bit (1) und die Kombination High/Low ein rückgesetztes Bit (0). Die Länge jedes einzelnen Bits beträgt 1,778 ms, wodurch sich eine Gesamtlänge für ein Protokoll von 24,889 ms ergibt. Der RC5-Kode gehört zu den am besten dokumentierten Protokollen. Für Selbstbaugeräte sind unter anderem die Adressen 7 und 13 interessant, die für Experimentierzwecke vorgesehen wurden. Typische ICs für den Aufbau von Fernbedienungen sind:

Sender: SAA3006, SAA3010 (Philips)
HT6230 (Holtek)

Empfänger: SAA3009, SAA3049 (Philips)

In **Tabelle 1** ist der Zusammenhang zwischen Befehlen und Geräten aufgeführt (dezimal).

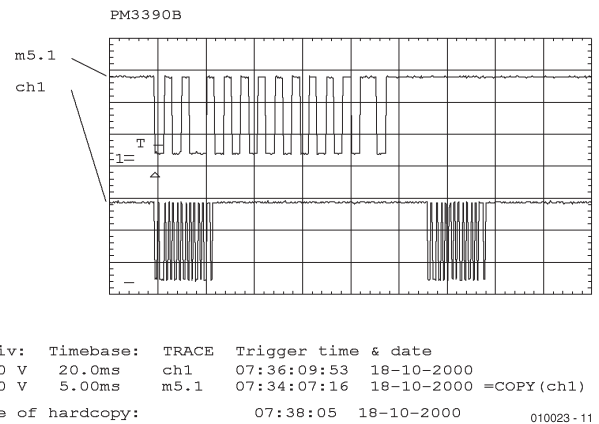
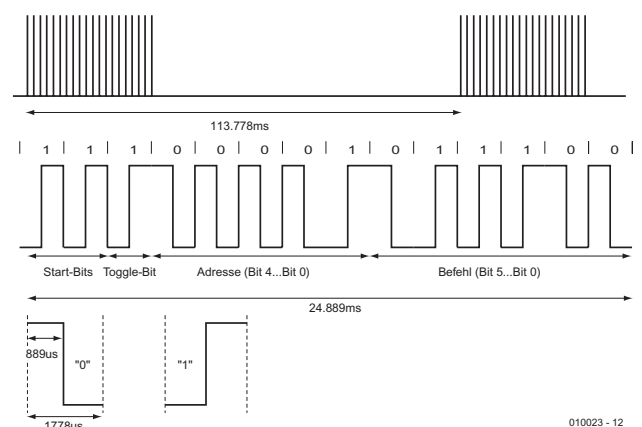


Bild 1. RC5-Kode am Ausgang des Empfänger-ICs TFMS5360.



010023-12

Bild 2. Protokollaufbau RC5-Kode (hier Adresse 1, Befehl 28).

Die RC5-Kodes:

System-Adresse Gerät

0	.....TV1
1	.....TV2
2	.....Videotext
3	.....Erweiterung für TV1 und TV2
4	.....Laser Vision Player
5	.....Videorekorder1 (VCR1)
6	.....Videorekorder2 (VCR2)
7	.....Reserviert
8	.....SAT1
9	.....Erweiterung für VCR1 und VCR2
10	.....SAT2
11	.....Reserviert
12	.....CD-Video
13	.....Reserviert
14	.....CD-Photo
15	.....Reserviert
16	.....Audio-Vorverstärker1
17	.....Tuner
18	.....Analoger Kassettenrekorder
19	.....Audio-Vorverstärker2
20	.....CD
21	.....Audio-Rack oder Aufnahmegerät
22	.....Audio Satellitenempfänger
23	.....DCC-Rekorder
24	.....Reserviert
25	.....Reserviert
26	.....Beschreibbare CD
27...31	.....Reserviert

Gemeinsame Befehle aller Adressen:

Befehl	Bedeutung
0	.....0
1	.....1
2	.....2
3	.....3
4	.....4
5	.....5
6	.....6
7	.....7
8	.....8
9	.....9
16	.....Volume +
17	.....Volume -
18	.....Brightness +
19	.....Brightness -
20	.....Color saturation +
21	.....Color saturation -
22	.....Bass +
23	.....Bass -
24	.....Treble +
25	.....Treble -
26	.....Balance right
27	.....Balance left
63	.....System select
71	.....Dim local display
77	.....Linear function increment
78	.....Linear function decrement
80	.....Step up
81	.....Step down
82	.....Menu on
83	.....Menu off
84	.....Display A/V system status
85	.....Step left
86	.....Step right
87	.....Acknowledge
88	.....PIP on/off (Pay TV channel + for system 3)
89	.....PIP shift (Pay TV channel - for system 3)
90	.....PIP / main swap (Radio channel + for system 3)
91	.....Strobe on/off (Radio system - for channel 3)
92	.....Multi strobe (Date + for system 9)

93	.....Main frozen (Date - for system 9)
94	.....3/9 multi-scan (Start time + for system 9)
95	.....PIP select (Start time - for system 9)
96	.....Mosaic/multi-PIP (Record program + for system 9)
97	.....Picture DNR (Record program - for system 9)
98	.....Main stored (Alternate channel for system 9)
99	.....PIP strobe (Stop time + for system 9)
100	.....Recall main picture (Stop time - for system 9)
101	.....PIP freeze
102	.....PIP step up +
103	.....PIP step down -
118	.....Sub mode
119	.....Options sub mode
123	.....Connect
124	.....Disconnect

Sonstige Befehle der Adressen 0 und 1 (TV1 / TV2):

Befehl	Bedeutung
10	.....1/2/3 digits / 10
11	.....Freq./prog./ch./11
12	.....Standby
13	.....Mute/de-mute
14	.....Personal pref.
15	.....Display
28	.....Contrast +
29	.....Contrast -
30	.....Search +
31	.....Tint/hue -
32	.....Ch./prog. +
33	.....Ch./prog. -
34	.....Altern./ch.
35	.....? language
36	.....Spatial stereo
37	.....Stereo/mono
38	.....Sleep timer
39	.....Tint/hue. +
40	.....RF switch
41	.....Store/execute/vote
42	.....Time
43	.....Scan fwd./incrm.
44	.....Decrement
46	.....Sec con/menu
47	.....Show clock
48	.....Pause
49	.....Erase/correct
50	.....Rewind
51	.....Go to
52	.....Wind
53	.....Play
54	.....Stop
55	.....Record
56	.....External 1
57	.....External 2
59	.....Advance
60	.....TXT sub-mode/12
61	.....Sys. Standby
62	.....Crispener
70	.....Speech/music
79	.....Sound scroll
104	.....PIP size
105	.....Pic. Scroll
106	.....Act. On/off
107	.....Red
108	.....Green
109	.....Yellow
110	.....Cyan
111	.....Index/white
112	.....Next
113	.....Previous
122	.....Store open/close
126	.....Movie expand
127	.....Parental access

SIRCS/CNTRL-S-Kode

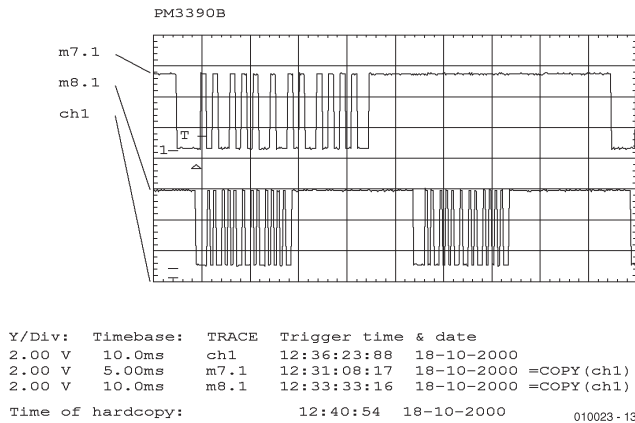


Bild 3. SIRCS-Kode am Ausgang des Empfänger IC TFMS5360.

Das SIRCS- oder auch CNTRL-S Protokoll von Sony besteht aus einem Start-Bit und zwölf bis 20 Befehls-Bits. Der Befehl ist unterteilt in einen fünf bis 13 Bit langen Adress- und einen sieben Bit langen Tastenkode. Der zeitliche Ablauf dieser Pulse ist in Bild 4 gezeigt.

Zunächst wird ein langes Start-Bit (2,4 ms) gesendet, worauf eine Pause von 0,6 ms folgt. Anschließend folgen die eigentlichen Daten, wobei eine 1 durch 1,2 ms an, 0,6 ms aus und eine 0 durch 0,6 ms an und 0,6 ms aus repräsentiert wird. Die Übertragung muss nach einer Pause noch mindestens zweimal

(fünfmal bei Camcorder) wiederholt werden, sonst wird von einem Übertragungsfehler ausgegangen. SIRCS entspricht im Timing dem CNTRL-S, aber SIRCS wird mit 40 kHz gepulst. CNTRL-S wird für die drahtgebundene Steuerung von Geräten verwendet wie etwa zur Kopplung von Videorekordern. Bei der Analyse einer Fernbedienung von Sony zeigte sich folgendes IC:

Sender:
KIE RA275 S42

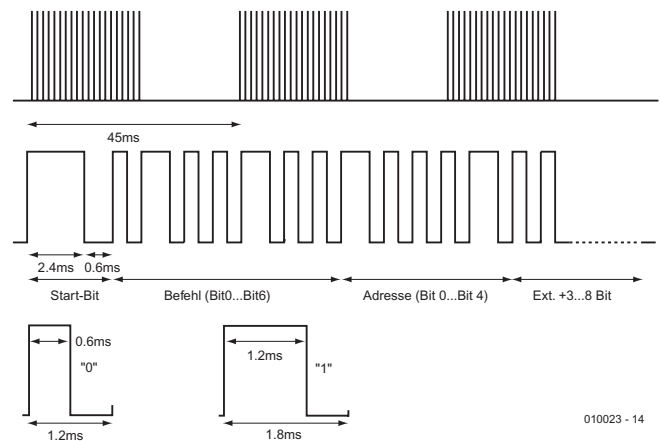


Bild 4. Protokollaufbau CNTRL-S und SIRCS.

Die Sony-Kodes:

Kodes für die Adresse von Geräten (dezimal):

Systemadresse	Gerät
1	TV
2	VTR1
4	VTR2
6	Laserdisk
7	VTR2
11	VTR3
12	Surround sound processor
16	Cassette deck, tuner
17	CD Player
18	Equalizer
164	TV digital effects (8 bit device code)

Auszug für sonstige Befehle: Befehl Bedeutung

000	1 button
001	2 button
002	3 button
003	4 button
004	5 button
005	6 button
006	7 button
007	8 button
008	9 button
009	10 button/0 button
011	Enter

016	Channel up	074	Noise reduction on/off
017	Channel down	078	Cable/broadcast
018	Volume up	079	Notch filter on/off
019	Volume down	088	PIP channel up
020	Mute	089	PIP channel down
021	Power	091	PIP on
022	Reset TV	092	Freeze screen
023	Audio mode: mono/SAP/stereo	094	PIP position
024	Picture up	095	PIP swap
025	Picture down	096	Guide
026	Color up	097	Video setup
027	Color down	098	Audio setup
030	Brightness up	099	Exit setup
031	Brightness down	107	Auto program
032	Hue up	112	Treble up
033	Hue down	113	Treble down
034	Sharpness up	114	Bass up
035	Sharpness down	115	Bass down
036	Select TV tuner	116	+ key
038	Balance left	117	- key
039	Balance right	120	Add channel
041	Surround on/off	121	Delete channel
042	Aux/Ant	125	Trinitone on/off
047	Power off	127	Displays a red RtestS on the screen
048	Time display		
054	Sleep timer		
058	Channel display		
059	Channel jump		
064	Select input video1		
065	Select input video2		
066	Select input video3		

RECS80-Kode

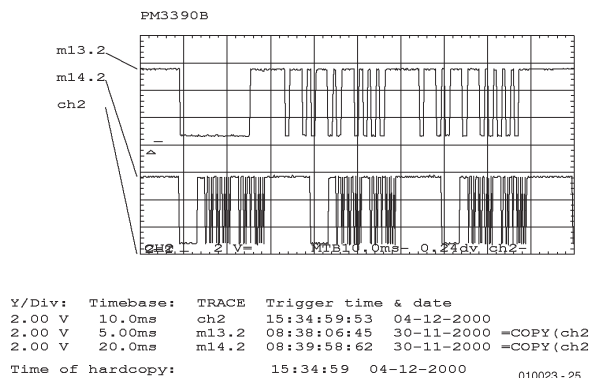


Bild 5. RECS80-Kode am Ausgang des Empfänger-ICs TFMS5360.

Der RECS80-Kode von Philips verwendet für die Datenübertragung Pulsabstandsmodulation und ist dadurch gekennzeichnet, dass auf einen High-Puls definierter Länge eine variable Pausenlänge folgt, deren Dauer den logischen Zustand des Übertragungs-Bits angibt. Der Kode definiert 1280 Kodierungen, aufgeteilt in 64 Befehle und 20 Subsysteme. Als Subsystem sind die verschiedenen Befehlsempfänger wie Fernseher oder Videorecorder definiert. Hieraus ergibt sich mit einem Toggle- und Start-Bit eine maximale Wortlänge von 12 Bit.

Bedingt durch die historische Entwicklung des Kodes wird bei der Verwendung der Subadressen 1 bis 7 nur ein Datenwort von 11 Bits (3 Subaddress-Bits) übertragen, was eine Dekodierung durch Software erschwert. Die Toggle-Bits werden von einem Zähler im Geber-IC gesetzt, der nach jedem neuen Tastendruck weitergezählt wird. Dies geschieht nicht bei andauerndem Tastendruck. Zu beachten ist, dass nur bei der Datenübertragung im Flash-Mode zwei Toggle-Bits verwendet werden. Bei ICs, die das Infrarotlicht moduliert ausstrahlen wird, das erste Toggle-Bit als Start-Bit mit konstanter Länge angesehen.

In Bild 15 werden in der unteren Hälfte nicht alle Bits dargestellt, da durch die Sampling-Rate des Oszilloskops nicht alle Nadeln erfasst werden. Das RECS80-Protokoll kodiert einzelne Bits durch unterschiedlich lange Pausen, die Lichtimpulsen konstanter Länge ($140,8 \mu s$) folgen. Die für den Bit-Wert entscheidenden Zeiten zwischen den Lichtimpulsen betragen für eine null 5,06 ms und für eine 7,60 ms (immer bezogen auf die Verwendung eines 455-kHz-Resonators im Sender). Obwohl die Datenpakete für die Übertragung je nach Kommando unterschiedlich lange brauchen, ist die Gesamtlänge mit Pause bis zur nächsten Wiederholung des Signals mit 121 ms konstant. Die Modulationsfrequenz beträgt 38 kHz.

Typische ICs für den Aufbau von Fernsteuerungen sind:

Sender:

SAA3004, SAA3007 und SAA3008 (Philips)

M3004, M3005, M3006 (ST Microelectronics)

Empfänger:

SAA3009, SAA3049 (Philips)

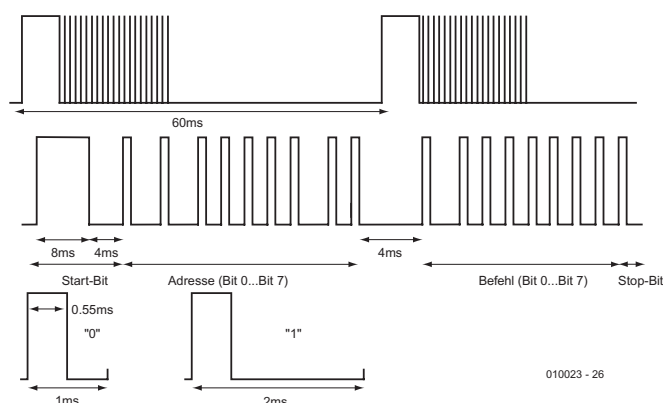


Bild 6. Protokollaufbau RECS80-Kode

In der nächsten Ausgabe erfolgt die ausführliche Beschreibung der folgenden Formate:

- NEC
- DENON
- MOTOROLA
- JAPAN
- SAMSUNG
- DAEWOO

Internet-Adressen

Nec-Format:

<http://www.princeton.com.tw/spehtml/remote/2221.htm>

Philips Halbleiter:

<http://www.semiconductors.com>

www-us.semiconductors.com/pip/SAA3049AP

Sony-Format:

<http://home.t-online.de/home/mb.koenig/sircs.htm>

Motorola Home-Page:

<http://motorola.com>

Motorola-Format:

<http://holtek.com>

Samsung Home-Page:

http://www.intl.samsungsemi.com/System_LSI/Microcontroller/Product_Guide/Microcontroller/product_guide.html