

7. Betriebsbeschreibung

7.1 Übersicht

In fast allen Fällen muss der ISD2360 programmiert werden, bevor er im Feld eingesetzt wird. Zum Generieren der Anwendungs-Bilddatei kann eine GUI-Software, ISD-VPE2360 (Voice Prompt Editor für ISD2360-Gerät), verwendet werden. Sobald die Image-Datei fertig ist, kann der Benutzer wählen, ob er die Geräte programmieren möchte, bevor er sie auf Zielsystemen installiert, oder ob er die systeminterne Programmierung vor Ort durchführen möchte.

Kurz gesagt umfasst der Prozess zur Entwicklung einer ISD2360-Anwendung Folgendes:

- Analysieren Sie die Anwendungsanforderungen und entscheiden Sie sich für den SPI- oder GPIO-Trigger-Betrieb Modus.
- Entwicklung eines ISD-VPE2360- Projekts; Evaluieren Sie es auf einem Demosystem. und erstellen Sie die gewünschte Bilddatei.
- Zusammenbau der Anwendungszielplatine mithilfe programmierter Geräte oder Verwendung der systeminternen Programmierung vor Ort.

In den folgenden Abschnitten werden die Einzelheiten dieser Verfahren beschrieben.

7.2 Audiospeicher

ISD2360 verfügt über einen integrierten 2-Mbit-Flash-Speicher, der aus 256 Sektoren mit einer Sektorgröße von jeweils 1024 Byte besteht. Dies kann insgesamt eine Wiedergabedauer von 64 Sekunden ergeben, vorausgesetzt, dass der 8-kHz-ADPCM4-Komprimierungsalgorithmus verwendet wird.

ISD2360 ist ein reines Wiedergabegerät. Damit es funktionsfähig ist, muss das ISD2360-Gerät in den meisten Fällen zunächst programmiert werden. Die Programmierung erfolgt über den SPI DIG_WRITE Befehl, indem eine Image-Datei an den Anfang des Flash-Speichers des Geräts geschrieben wird.

Mit der GUI-Software ISD-VPE2360 können Benutzer die Anwendungs-Image-Datei erstellen. Das von Nuvoton Technology Corp. bereitgestellte ISD-VPE2360 ist kostenlos erhältlich und kann von der Nuvoton- Website heruntergeladen werden.

Die ISD-VPE2360- Software generiert die Anwendungs-Image-Datei basierend auf den Benutzerdaten Projekt. Die Bildindex-/Steuerdaten, Memory Header genannt, werden ab dem ersten Sektor ab Adresse 0x00000 gespeichert. Beim Einschalten oder Hochfahren lädt der ISD2360 automatisch Daten aus Sektor 0 für die Initialisierung. Das Schreiben zufälliger Daten in den Sektor 0 birgt das potenzielle Risiko, dass das Gerät unbrauchbar wird. Sofern

das Gerät nicht mit der von der ISD-VPE2360-Software erstellten Image-Datei programmiert wird, sollte der Benutzer die Verwendung von Sektor 0 vermeiden.

7.3 Sample-Raten

Das ISD2360-Gerät ist ein Audio-Dekomprimierungsgerät mit einer maximal unterstützten Abtastrate von 32kHz. Die Komprimierung der Audiodaten erfolgt per Software, und die Software sollte keine Komprimierungsmethode mit einer höheren Abtastrate als 32kHz verwenden.

Standardmäßig (SRCFG=0) generiert der ISD2360 das Wiedergabe-Audio-Streaming entsprechend dem Audiodaten-Header. Um die durch den Audiodaten-Header festgelegte Abtastrate umzukehren und das Gerät zu zwingen, die durch das Sample Rate Overwrite Register festgelegte Abtastrate zu verwenden, muss das SRCFG-Bit im DecompressionControl Register gesetzt werden.

Die für die Wiedergabe verfügbaren erzwungenen Abtastraten sind in Tabelle 6-1 aufgeführt

Tabelle 6-1 Verfügbare Abtastraten

SR[2:0]	Verhältnis zu F _{smax}	Abtastrate FS (kHz)
0	8	4
1	6	5.44
2	5	6.4
3	4	8
4	2.5	12.8
5	2	16
6	1	32
7	3	10.68

7.5 System-Voice-Makro-Flussdiagramm

Der ISD2360 reserviert die ersten drei Sprachmakros für Power-On/Reset-Ereignisse, Power-UP-Initialisierung und GPIO-auslösende Wake-up-Ereignisse mit den Eintragsindizes 0x00, 0x01 und 0x02. Der benutzerdefinierte Sprachmakro-Eintragsindex beginnt bei 0x03.

Immer wenn der ISD2360 einen Power-On-Reset-Zustand erkennt oder einen SPI-RESET-Befehl empfängt, startet er eine Power-On-Initialisierungssequenz (POI) und führt das POI-Sprachmakro VM#0 aus.

Wenn der ISD2360 im ausgeschalteten Zustand einen Power-Up-Befehl (PU) empfängt, startet er eine Power-Up-Initialisierungssequenz (PU) und führt das PU-Sprachmakro VM#1 aus.

Beachten Sie, dass das Gerät, wenn es bereits eingeschaltet ist, nach dem Empfang des PU-Befehls kein PU-Sprachmakro ausführt.

Wenn die Vektoren für VM#0 oder VM#1 nicht im Flash-Speicher-Header vorhanden sind, dh das POI-Sprachmakro und das PU-Sprachmakro nicht implementiert sind, wird eine Standardroutine für POI oder PU ausgeführt. Die Standardsequenz für POI ist das Ausschalten des ISD2360. Die Standard-PU-Sequenz besteht darin, das Gerät einzuschalten, das DBUF_RDY-Bit zu aktivieren und das PD-Bit zu löschen im Statusbyte und bleiben im Ruhezustand (eingeschaltet). Abbildung 6-1 zeigt den Ausführungsablauf der Geräteinitialisierung.

Nach dem Einschalten erkennt das ISD2360-Gerät unabhängig davon, ob es sich im PU- oder PD-Zustand befindet, ständig den Flankenübergang an allen GPIO-Pins. Wenn ein Flankenübergang erkannt wird und die durch die Register AF1 und AF0 definierte Auslösebedingung erfüllt ist, handelt es sich um einen gültigen Auslöser tritt ein. Wenn der Flankenübergang nicht mit der Auslösebedingung übereinstimmt oder überhaupt keine Triggerkonfiguration definiert ist, wird der Flankenübergang ignoriert.

Wenn ein gültiger Trigger auftritt, führt das ISD2360-Gerät abhängig davon, ob der Trigger im PD-Zustand auftritt, das Wakeup-Sprachmakro aus oder nicht, bevor es das mit dem Trigger-Pin verknüpfte Sprachmakro ausführt, wie in Abbildung 6-1 dargestellt. Bitte beachten Sie, dass das Wakeup-Voice-Makro von allen auslösenden Ereignissen gemeinsam genutzt wird, sodass das Wakeup-Voice-Makro für die gemeinsame Initialisierung verwendet werden kann, wenn ein auslösendes Ereignis das Gerät aufweckt.

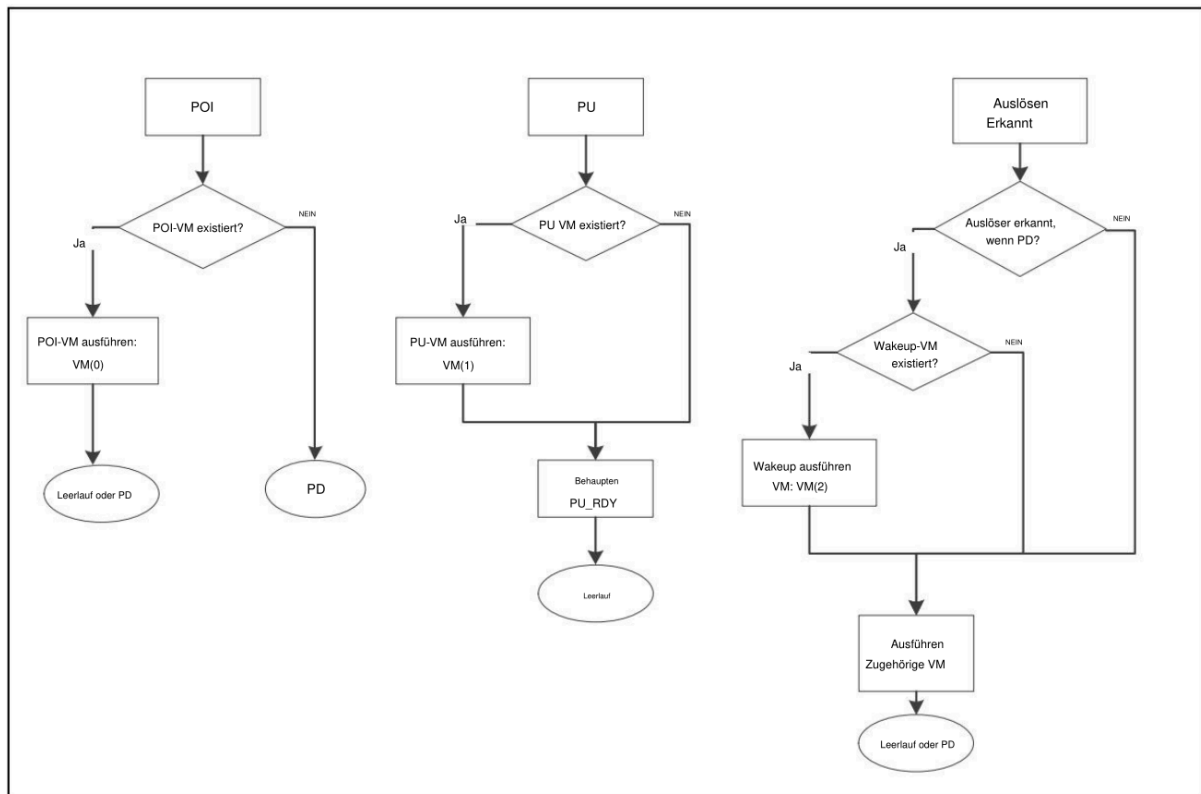


Abbildung 6-1 Systemreserviertes Sprachmakro-Flussdiagramm

7.7 Mehrkanalfunktion

Der ISD2360 ist ein 3-Kanal-Gerät. Der 3-Kanal-Mixer ermöglicht dem Benutzer das Mischen von Audio Daten auf einem oder allen der drei Kanäle. Indem die Daten der einzelnen Kanäle zunächst gefiltert und auf eine Zwischenfrequenz von 64 kHz hochgesampelt werden, ermöglicht der ISD2360 dem Benutzer, Audiodaten auf den drei Kanälen mit unabhängigen Abtastraten zu mischen. Die Kanalmischung erfolgt nach dem Upsampling und vor der Lautstärkeregelung.

7.7.1 SPI-Mehrkanal

Bei Audiowiedergabevorgängen, die durch einen SPI-Befehl gestartet werden, wird der Kanal, in dem die Wiedergabe durchgeführt wird, durch die SPI_CMD_CH-Bits in der Kanalsteuerung bestimmt registriert. Es können jederzeit entweder ein Kanal (0, 1 oder 2) oder alle drei Kanäle in Betrieb sein. Beachten Sie, dass es bei Auswahl aller Kanäle ungültig ist, SPI-Wiedergabebefehle wie PLAY_VP oder PLAY_VM auszugeben. Andernfalls wird der Befehl ignoriert und das CMD_ERR-Bit gesetzt. Wenn jedoch alle Kanäle ausgewählt sind, ist die Ausgabe des STOP-Befehls ein gültiger Vorgang und alle Aktivitäten in allen drei Kanälen werden gestoppt.

Um mehrere Kanäle für die gemischte Wiedergabe zu mischen, sollte der Benutzer zuerst einen Kanal auswählen und die erste Wiedergabe starten und dann einen anderen Kanal auswählen, um die zweite Wiedergabe zu starten. Die beiden Streaming-Wiedergaben werden automatisch gemischt und an den PWM-Ausgang gesendet, sofern dieser aktiviert ist. Beim SPI-Wiedergabebefehl prüft das Gerät immer, ob der aktuelle Kanal verfügbar ist – wie durch die CHn_BSY-Bits im Statusregister widerspiegelt. Die Ausgabe eines SPI-Wiedergabebefehls, wenn der aktuelle Kanal belegt ist, führt dazu, dass der Wiedergabebefehl ignoriert und das CMD_ERR-Bit aktiviert wird. Der SPI STOP-Befehl stoppt die Audioaktivität im aktuellen Kanal, hat jedoch keine Auswirkungen auf andere Kanäle. Wenn alle Kanäle ausgewählt sind, stoppt ein STOP-Befehl die Aktivitäten in allen drei Kanälen.

7.8.2 Kanalzählerbefehl

Manchmal ist es wünschenswert, die VM-Ausführung für eine bestimmte Zeit anhalten zu können. Zu diesem Zweck dient der Befehl WAIT_CHN_CNT. Wenn WAIT_CHN_CNT ausgeführt wird, stoppt das Gerät die VM-Ausführung und wartet, bis der aktuelle Kanalzähler auf Null herunterzählt. Nachdem der Zähler Null erreicht hat, setzt das ISD2360-Gerät die VM-Ausführung fort.

Das Chn_CNT (0 ≤ n ≤ 2) -Register 0x0D-0F sollte vor der Ausführung von WAIT_CHN_CNT initialisiert werden. Der gültige Wert für den Kanalzähler ist 0x01...0xFF. Verwenden Sie nicht den Wert 0x00. Die Pausenzeit beträgt (Chn_CNT+1)*12 ms.

8. Speicherverwaltung

8.2 Voice Prompt

Voice Prompt (VP) ist ein grundlegendes Audioelement, das vom ChipCorder gespeichert und wiedergegeben werden kann. Ein Voice Prompt besteht aus:

- Ein Indexeintrag im Speicherheader, der auf die Startadresse der komprimierten Audiodaten dieses VP verweist
- Komprimierte Audiodaten, die kontinuierlich gespeichert werden

Mit der ISD-VPE-Software kann aus einer Wave-Datei ein VP generiert werden. Zur Generierung von Sprachansagen sollten nur Wave-Dateien im 16-Bit-PCM-Monoformat verwendet werden. Nach der Generierung sind die VP Teil des VPE-Projekts und somit Teil der ISD2360-Flash-Abbildung.

Nachdem das Projektabbild in den Flash-Speicher gebrannt wurde und die entsprechende Konfiguration vorliegt, kann ein PLAY_VP-Befehl ausgegeben werden, um den gewünschten Soundeffekt abzuspielen.

8.3 Sprachmakro

Voice Macro (VM) ist ein Befehlsskript, das von der VM-Zustandsmaschine des ISD2360 ausgeführt werden kann. Sobald es ausgeführt wird, werden die Befehlsdaten im Skript aus dem Speicher gelesen und vom Gerät ausgeführt. Beim ISD2360 kann die Ausführung der VM entweder durch einen SPI-Befehl oder durch ein GPIO-Triggerereignis erfolgen.

Ähnlich wie bei der Sprachaufforderung besteht ein Sprachmakro aus

- Ein Indexeintrag im Speicherheader, der auf die Startadresse der Sprachmakro-Befehlsdaten verweist.
- VM-Befehlsdaten

Beispiel: Eine VM mit dem Index 0x04 kann ab 0x1000 die folgenden Daten im Speicher gespeichert haben:

0x1000: B8 02 44 B8 03 00 A6 00 06 12

Die Bedeutung dieses Skripts ist:

- Schreiben Sie 0x44 in das Register Reg0x02, um Decoder und PWM-Pfad zu aktivieren
- Schreiben Sie 0x00 in das Register Reg0x03, um die Lautstärke zu maximieren
- Spielen Sie VP mit dem Index 0x0006
- Schalten Sie das Gerät aus, nachdem die VP-Wiedergabe beendet ist

Voice Macro ist eine leistungsstarke Funktion des digitalen ChipCorder ISD2360. Die VM-Funktionalität reicht von einfachen Aufgaben wie der Registerkonfiguration, dem

Abspielen eines VP oder dem Abspielen einer VM bis hin zu komplizierteren Aufgaben, wie dem Abspielen eines Satzes.

Beachten Sie, dass für Anwendungen, die die GPIO-Triggerfunktion nutzen, POI VM implementiert werden muss, damit die Triggerbedingung nach dem Einschalten des Systems bereit sein kann.

8.3.1 Sprachmakrobefehle

Ein Sprachmakro (VM) besteht aus einer Folge von Sprachmakrobefehlen. Im Gegensatz zu den SPI-Befehlen muss ein Sprachmakrobefehl als Teil eines Sprachmakrobefehlsskripts im Flash-Speicher gespeichert werden. Während der Ausführung ruft die ISD2360-VM-Zustandsmaschine die Befehlsdaten aus dem Speicher ab und führt die Anweisungen dann nacheinander aus. Viele SPI-Befehle können in eine VM eingebunden werden. Daneben gibt es auch spezielle Befehle, wie FINISH, WAIT_CNT, BRANCH usw., die nur in einer VM verfügbar sind. Beim Bearbeiten eines Sprachmakros in einem ISD-VPE2360-Projekt kann sich der Benutzer darauf verlassen, dass die GUI-Schnittstelle die Sprachmakrobefehle ausfüllt. Die Länge der meisten VM-Befehle muss ein Vielfaches von 3 sein, mit Ausnahme einiger Ein-Byte-Befehle wie PD, FINISH usw.. Beispielsweise gilt für den SPI-Befehl „PLAY_VP@R2“, dessen SPI-Hex-Code „0xAE 0x02“ lautet das Gegenstück als VM-Befehl hat den Hex-Code „0xAE 0x02 0x00“. Das Tailing 0x00 ist das Dummy-Byte für den VM-Befehl, der die Vielfach-von-Drei-Regel erfüllt. Tabelle 7-4 enthält die Sprachmakrobefehle und den Byteindex.

Tabelle 7-4 Sprachmakrobefehle

VM-Befehl	Befehlsbyte-Index					
	1	2	3	4	5	6
PWR_DN	0x12	-	-			
SILENCE	0xA8	Data	0x00*			
Play_VP	0xA6	Index[15:8]	Index[7:0]			
Play_VP@Rn	0xAE	n=0..7	0x00*			
Play_VP_LoopN	0xA4	Index[15:8]	Index[7:0]	N[15:8]	N[7:0]	0x00*
Play_VP_LoopN@Rn	0xB2	n=0..7	0x00*	N[15:8]	N[7:0]	0x00*
EXE_VM	0xB0	Index[15:8]	Index[7:0]			
EXE_VM@Rn	0xBC	n=0..7	0x00*			
WR_CFG_REG	0xB8	Reg_Addr	Data			
MASK_GOTO	0xE0	Addr[23:16]	Addr[15:8]	Addr[7:0]	0x00*	0x00*
GOTO	0xE1	Addr[23:16]	Addr[15:8]	Addr[7:0]	0x00*	0x00*

WAIT_CHN_CNT	0xEE	0x00*	0x00*			
FINISH	0xFF	–	–			

Hinweis: Bereiche mit einem Sternchen (*) stellen Dummy-Bytes dar.

Zu den Beschreibungen der in Tabelle 7-4 aufgeführten Sprachmakrobefehle gehören:

PWR_DN	Gerät ausschalten
SILENCE (n)	Stille abspielen für die Dauer von 32*n ms, 0≤n≤0xFF.
PLAY_VP (i)	Abspielen der VP mit Index i, 0≤i≤0xFFFF
PLAY_VP@ (Rn)	Indirektes Abspielen der VP, dessen Index aktuell im Register Rn ist, 0≤n≤0x07
PLAY_VP_LP (i, cnt)	Wiederholtes Abspielen cnt mal den VP mit Index i, 0≤n≤0xFFFF, 0≤cnt≤0xFFFF.
PLAY_VP_LP@ (Rn, cnt)	Indirekte Schleife: Wiedergabe cnt mal den VP, dessen Index sich aktuell in Rn befindet, 0≤n≤0x07, 0≤n≤0xFF.
EXE_VM (i)	Ausführen eines Sprachmakro mit Index i aus, 0≤i≤0xFFFF.
EXE_VM@ (Rn)	Indirekte Ausführung des VM, deren Index sich aktuell im Register Rn befindet, 0≤n≤0x07.
WR_CFG_REG (reg n)	Konfigurationsregister reg auf den Wert n setzen, reg Registeradresse, 0≤n≤0xFF.
MASK_GOTO (addr)	Bedingter Zweig zur Speicheradresse addr, 0≤addr≤0xFFFFF.
GOTO (n)	Absoluter Sprung zur Speicheradresse addr, 0≤addr≤0xFFFFF.
WAIT_CHN_CNT	Unterbrechen der VM-Ausführung, bis der aktuelle Kanalzähler den Countdown auf 0 abgeschlossen hat.
FINISH	Beenden des Sprachmakro und Exit

Mit der von Nuvoton bereitgestellten GUI-Software ISD-VPE2360 können die VM-Befehlsskripte für ein Projekt generiert werden. Der Benutzer kann sich darauf verlassen, dass diese GUI-Software alle erforderlichen VMs implementiert, wenn er die Geräte-Image-Datei erstellt, die für die Vorprogrammierung vor der Inbetriebnahme des Geräts erforderlich ist.

8.3.2 Systemreservierte Sprachmakros

Der ISD2360 verfügt über drei systemreservierte Sprachmakros: Power On Initialization (POI VM), Power Up (PU VM) und Wakeup VM mit den Indexwerten 0x00, 0x01 bzw. 0x02. ISD2360 VPE reserviert beim Erstellen eines Projekts automatisch Speicherplatz für diese systemreservierten VMs. Die benutzerdefinierte VM wird manuell erstellt und beginnt bei Index 0x03. Wenn eine vom System reservierte VM nicht in einem Projekt implementiert ist, lauten ihre 3-Byte-Startadresse und Endadresse für die VM-Daten alle 0xFFFFF, was auf eine leere VM hinweist.

Alle VMs können durch Senden des SPI-Befehls `PLAY_VM` oder durch einen GPIO-Trigger ausgeführt werden. Bestimmte Systembedingungen können auch die Ausführung dieser VMs auslösen.

POI VM Power-On Initialization VM (Index 0x00) wird ausgeführt, nachdem das Gerät eingeschaltet wurde oder nachdem das Gerät einen SPI-Reset-Befehl empfangen hat. In den meisten Fällen erfolgt die Geräteinitialisierung in der POI-VM. Für eigenständige Anwendungen, die die GPIO-Triggerfunktion nutzen, muss die POI-VM implementiert werden, um den Betriebsmodus der GPIO-Pins, die VM- Kanalzuweisung, die VM-zu-GPIO-Pin-Zuordnung und die Zuweisung des Trigger-Pins usw. zu konfigurieren.

PU VM Die Power-Up-VM wird erst ausgeführt, nachdem das Gerät einen Power-Up-Befehl erhält.

Wakeup-VM Wakeup-VM wird ausgeführt, nachdem das Gerät einen gültigen Auslöser erkennt und aus dem ausgeschalteten Zustand aufwacht.

Informationen zum systemreservierten VM-Ausführungsablauf finden Sie im Abschnitt 6.5 System-Voice-Makro-Flussdiagramm.