

Réalisation de périphériques USB personnalisés

P12 : Baptiste JEAN-LOUIS - Rémi GUILLOMON

Polytech Lille, Mai 2020

Sommaire

Résumé et objectifs

Déroulement du semestre

Communication USB

Liste des composants

PCB

Programmation PDI

Programmation mémoire

Conclusion

Résumé et objectifs

Semestre 6 : prototypes et faisabilité des fonctionnalités auxiliaires

Semestre 7 : premier jet du choix des composants

Objectifs du semestre 8 :

- compléter la liste des composants
- Schematics et PCB
- Assemblage et soudage
- Programmation logicielle (microcontrôleur, gestion de l'USB, fonctionnalités)

Déroulement du semestre

Documentation sur les mémoires et interfaces série : janvier

Choix des composants / Schematics : janvier - février

PCB clavier (Baptiste) : mi-février - en suspens mi-mars

Adaptateur ISP vers PDI (Rémi) : mi-février - fin du mois

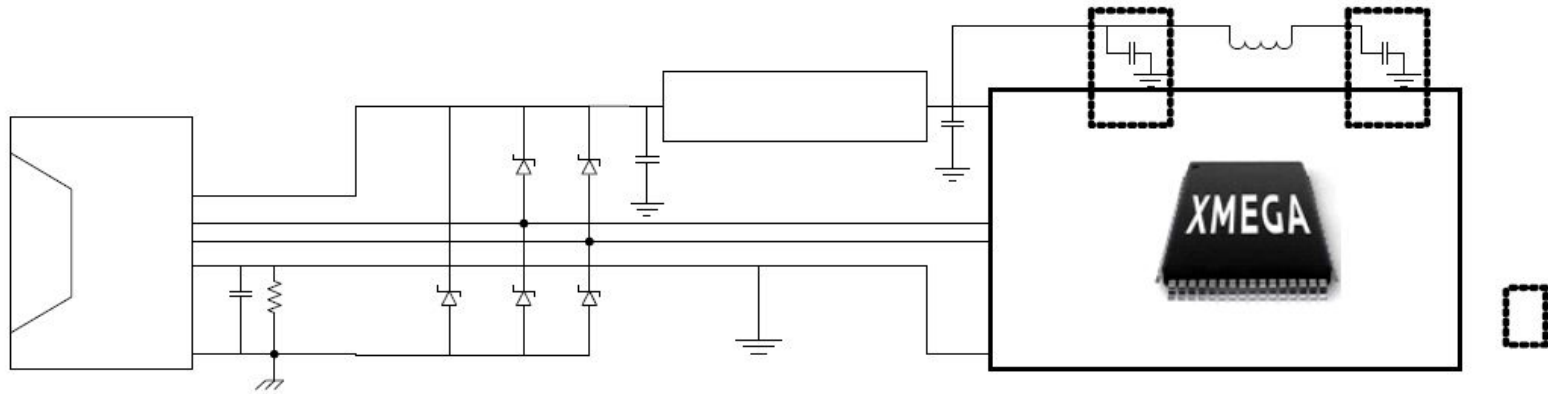
PCB Clé USB (Rémi) : début mars - fin avril (premier jet : 24/3, deuxième jet 14/4)

Documentation programmation du microcontrôleur (Baptiste) : mi-mars - avril

Communication USB

Tension des lignes de données

Figure 4-1. Bus power scheme connection.



Source : AVR XMEga - USB HW Design Recommendation

Communication USB

Connexion du shield à la masse

4 possibilités :

- connexion directe
- condensateur et résistance en parallèle
- via un "ferrite bead"
- aucune connexion

Communication USB

Connexion du shield à la masse

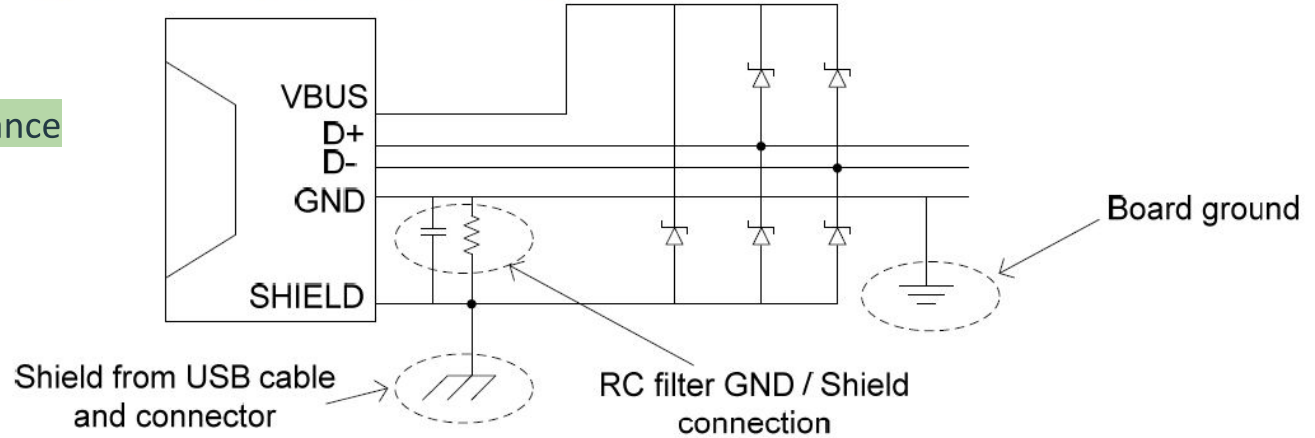
4 possibilités :

- connexion directe
- condensateur et résistance en parallèle
- via un "ferrite bead"
- aucune connexion

$R = 1\text{M}\Omega$

$C = 4,7\text{nF}$

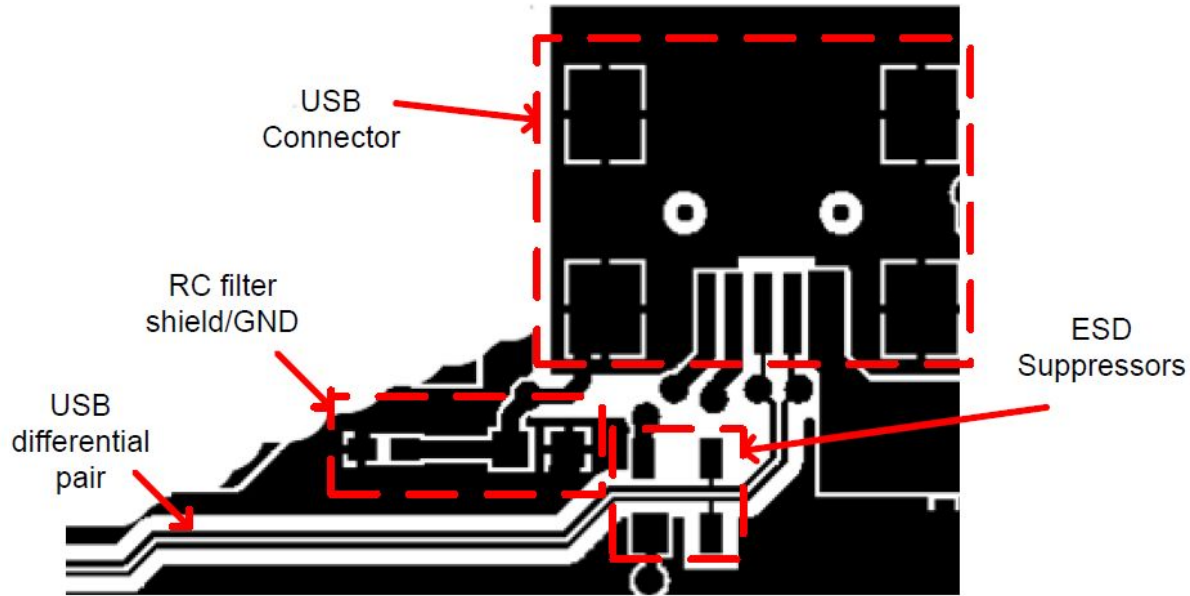
Figure 3-5. Typical shield and ground connection.



Source : AVR X Mega - USB HW Design Recommendation

Communication USB

Considérations HW



Lignes de données :

- Paires différentielles
- Caractéristiques similaires (longueur, nombre de vias)
- Parallélisme, minimum d'angle et de via

Liste des composants

Communs aux deux PCB :

- microcontrôleur : ATXMega16A4U
- convertisseur 3.3V : LM3670MF-3.3
- Quartz : TSX-3225 16.0000MF18X-AC0
- Protection ESD : USBLC6-2SC6
- DEL
- Inductances, condensateurs et résistances

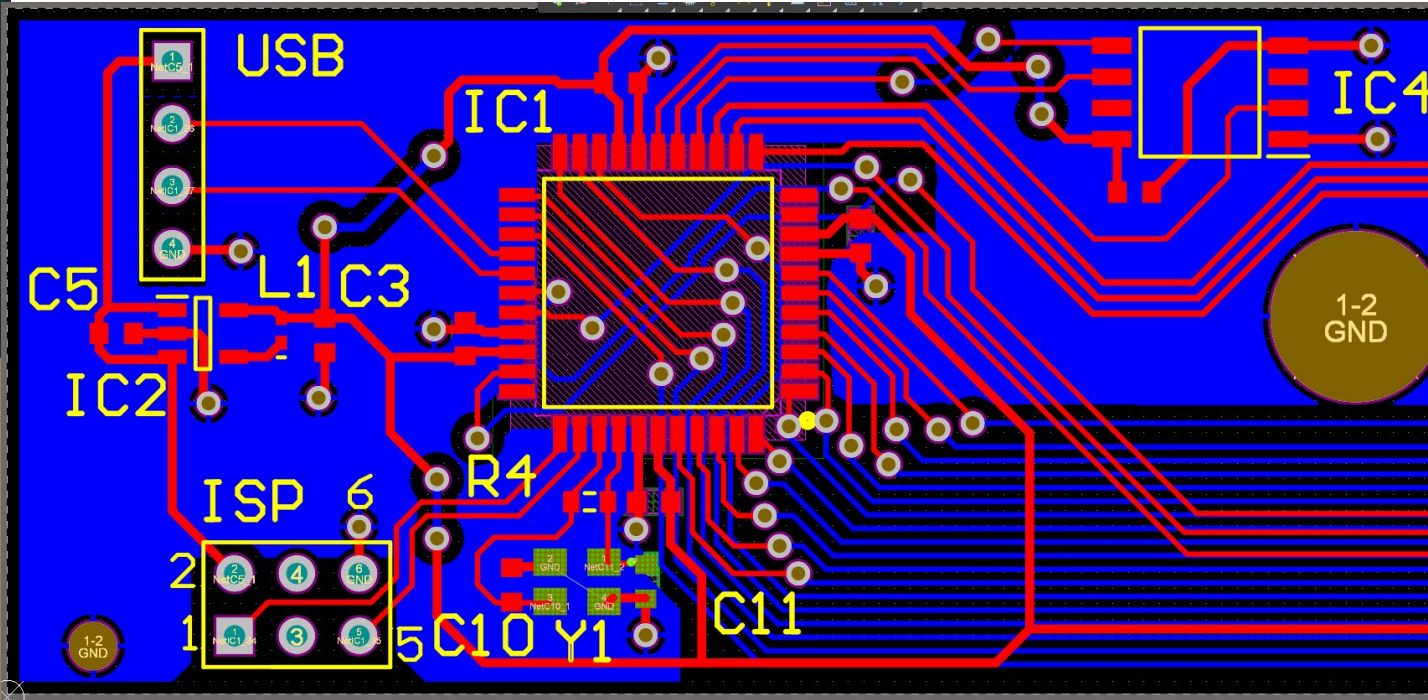
Spécifiques au clavier :

- Embases 8 broches : 08FMN-BMT-A-TF_LF__SN_
et 18 broches : 18FMN-BMT-A-TF_LF__SN_
- Mémoire SPI : MX25R6435FM2ILO
- Décodeur 3 vers 8 : CD74AC238M96

Spécifiques à la clé :

- Embase USB : Molex 48037-0001
- Embase microSD : Molex 47219-2001
- Carte microSD : S404APY5Q-U1000-3

PCB du clavier

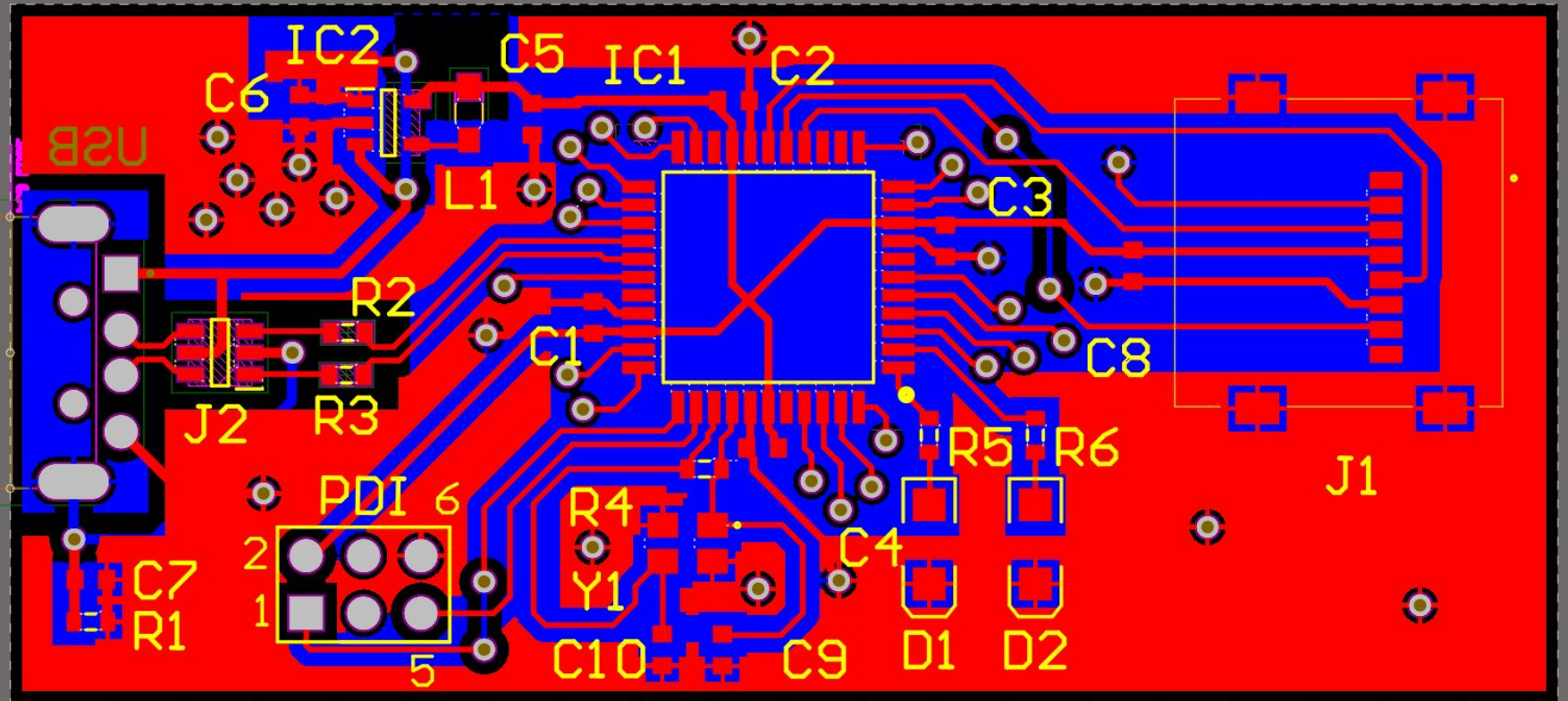


Partie gauche du PCB du clavier

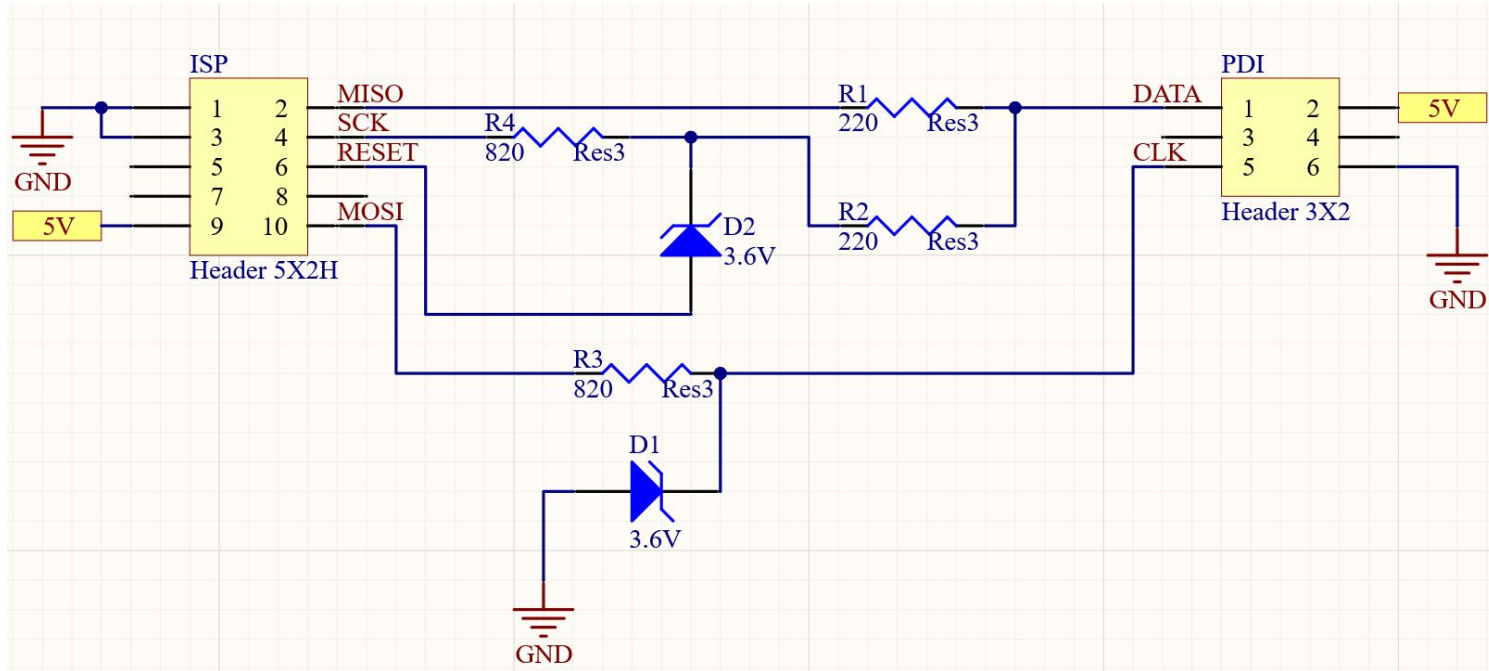
Correctifs à apporter :

- réorganiser le coin alimentation
- considérations HW (USB, quartz, convertisseur)
- déplacer les vias du μC
- vias débogage
- plans de masse

PCB de la clé USB

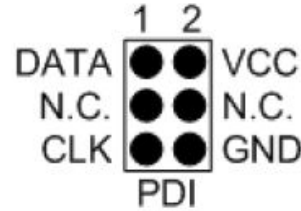


Schematics adaptateur ISP vers PDI



Programmation PDI

Interface physique



- 2 fils de communication
- CLK > 10kHz
- VCC=3.3V

Activation de la communication

1. Mettre DATA à '1' pendant au moins 1 μ s
2. Démarrer la clock avant que 100 μ s se soient écoulées
3. Communiquer

PDI register

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
+0x00	STATUS	-	-	-	-	-	-	NVMEN	-
+0x01	RESET	RESET[7:0]							
+0x02	CTRL	-	-	-	-	-	GUARDTIME[2:0]		
+0x03	Reserved	-	-	-	-	-	-	-	-

Instructions:

lecture : LDCS

écriture : STCS

STATUS

- lire le bit 1 à '1' indique que l'accès au contrôleur NVM est déverrouillé.
- écrire le registre verrouille l'accès au contrôleur NVM.

GuardTIME	number of IDLE bits
000	128
001	64
...	...
110	2
111	2

CTRL

Permet connaître/ définir le guardtime utilisé par le MCU

RESET

- lire le bit 0 indique si le MCU en en RESET
- écrire 0x59 met le MCU en RESET, autre chose et le MCU sort de l'état de RESET.

Programmation PDI

Jeu d'instructions

- les classiques load et store direct et indirect (LDS / LD / STS / ST)
- Load et store des control/status register (LDCS / STCS)
- REPEAT permet de répéter l'instruction suivante
- KEY à faire suivre de la clé de 8 octets (0x1289AB45CDD888FF) pour déverrouiller l'accès au contrôleur NVM

Programmation mémoire

Déverrouillage depuis PDI

1. Mettre le MCU en RESET
2. Déverrouiller (KEY)
3. attendre que NVMEN soit à 1

Utilisation générale

1. charger le registre CMD avec le code de la commande NVM
2. déclencher la commande (CMDEX, PDI_write, PDI_read)

Programmation mémoire

Types d'instructions

Programmation par l'utilisation de page buffer

1. écrire dans le buffer de la zone mémoire
 2. flush le buffer dans la mémoire
- déclencheur PDI_write (STS/ST)

lecture : read associé à la zone mémoire

déclencheur PDI_read (LDS/LD)

Chip Erase et erase page buffer

déclencheur chip erase CMDEX
déclencheur erase PDI_write (STS/ST)

flash CRC

déclencheur CMDEX

Conclusion

- Avancée du projet
- Aspect logiciel à mettre en œuvre
- Aperçu du monde de l'électronique, de l'USB
- Acquisition de connaissances et méthodes de travail

Merci pour votre attention

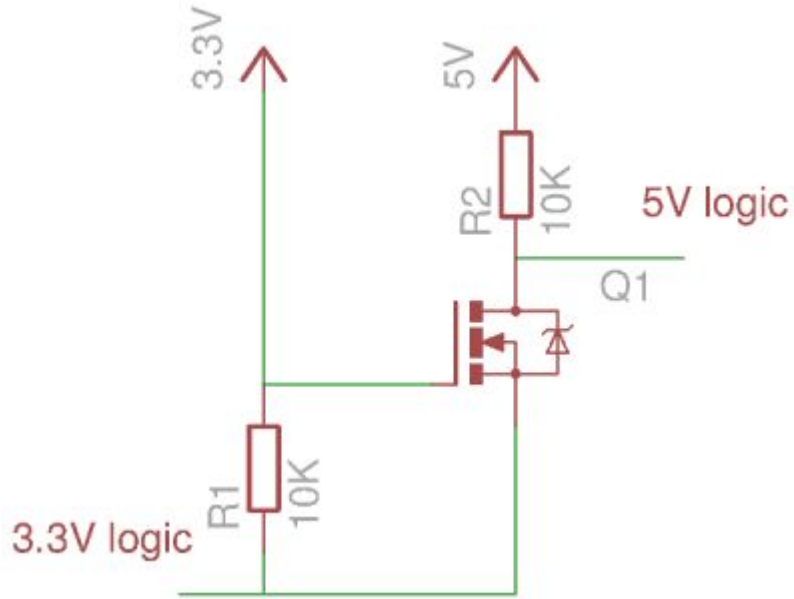


Annexes

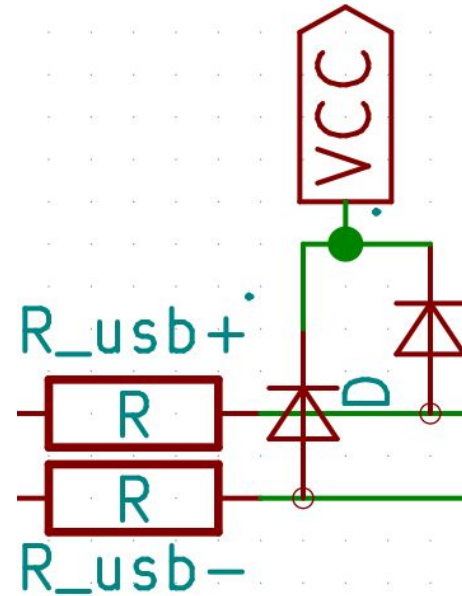


Communication USB

Tension des lignes de données



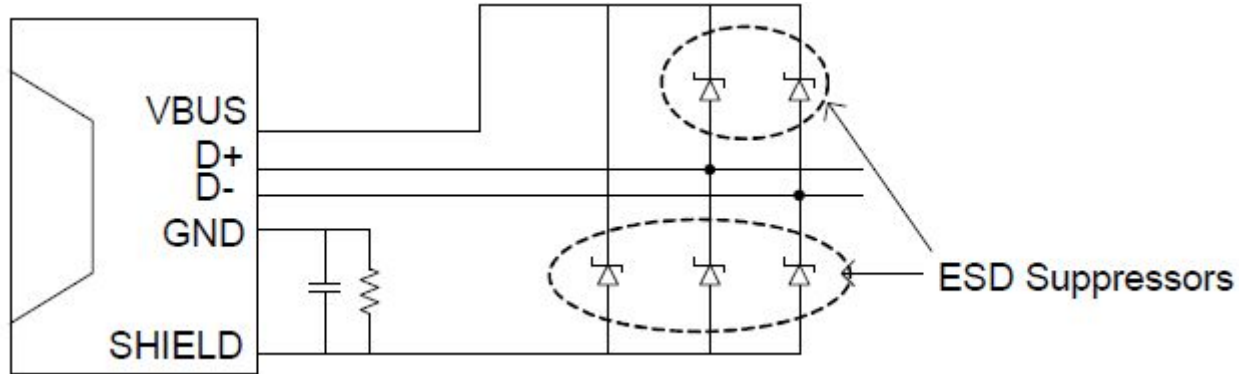
Level shifter bidirectionnel de 3,3V à 5V



Step down
PC à gauche, μ C à droite

Communication USB

Décharges électrostatiques



Source : AVR XMega - USB HW Design Recommendation

Mémoire microSD

Mode SPI vs SD

Avantages du mode SPI :

- Conception plus simple que pour le mode SD
- Même protocole que pour la mémoire du clavier

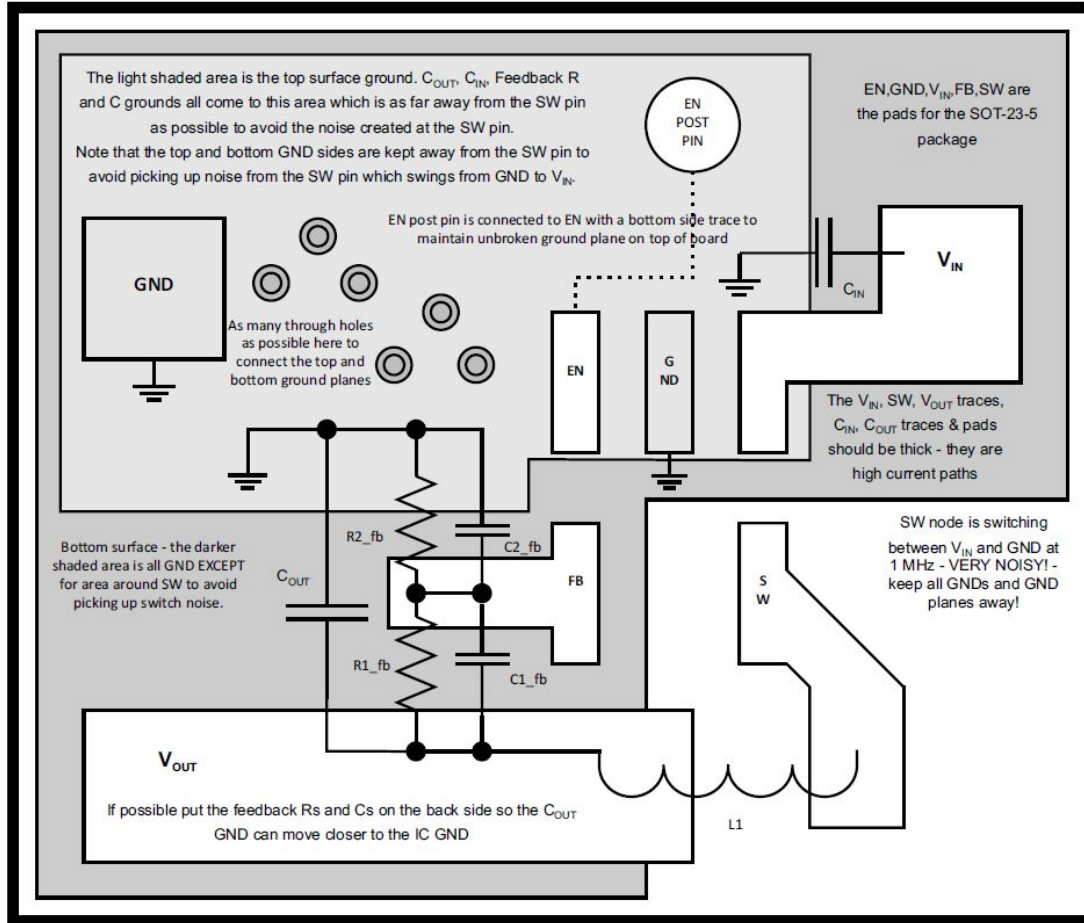
Inconvénients :

- Performance moindre

MicroSD : brochage SPI vs SD

Pins	SD Mode			SPI Mode		
	Name	IO type ¹	Description	Name	IO Type	Description
1	DAT2	I/O /PP	Data Line[Bit2]	RSV		
2	CD/ DAT3	I/O/PP	Card Detect / Data Line[Bit3]	CS	I	Chip Select (neg true)
3	CMD	PP	Command/Response	DI	I	Data In
4	V _{dd}	S	Supply Voltage	V _{dd}	S	Supply Voltage
5	CLK	I	Clock	SCLK	I	Clock
6	V _{SS}	S	Supply voltage ground	V _{SS}	S	Supply voltage ground
7	DAT0	I/O /PP	Data Line[Bit0]	DO	O/PP	Data Out
8	DAT1	I/O /PP	Data Line[Bit1]	RSV	-	Reserved (*)

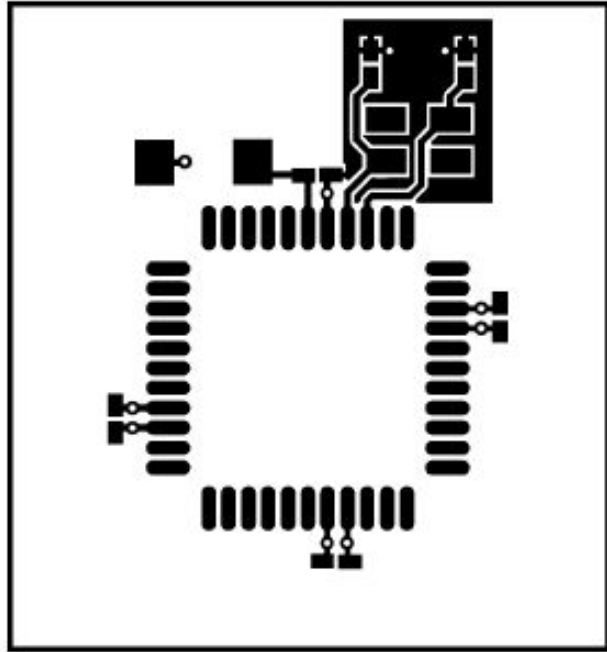
Source : Kingston



Considérations HW LM3670

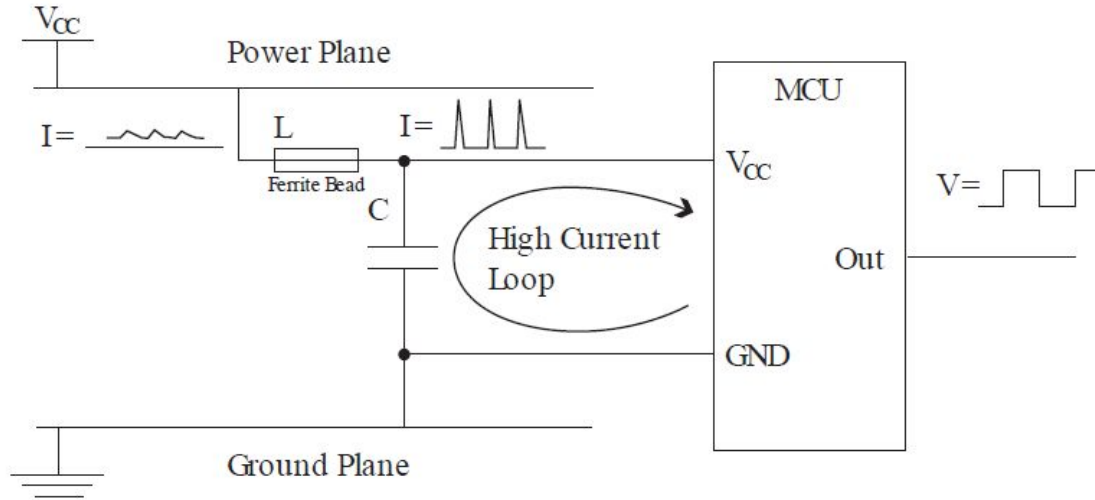
Source : Datasheet

Layout du μC pour le quartz

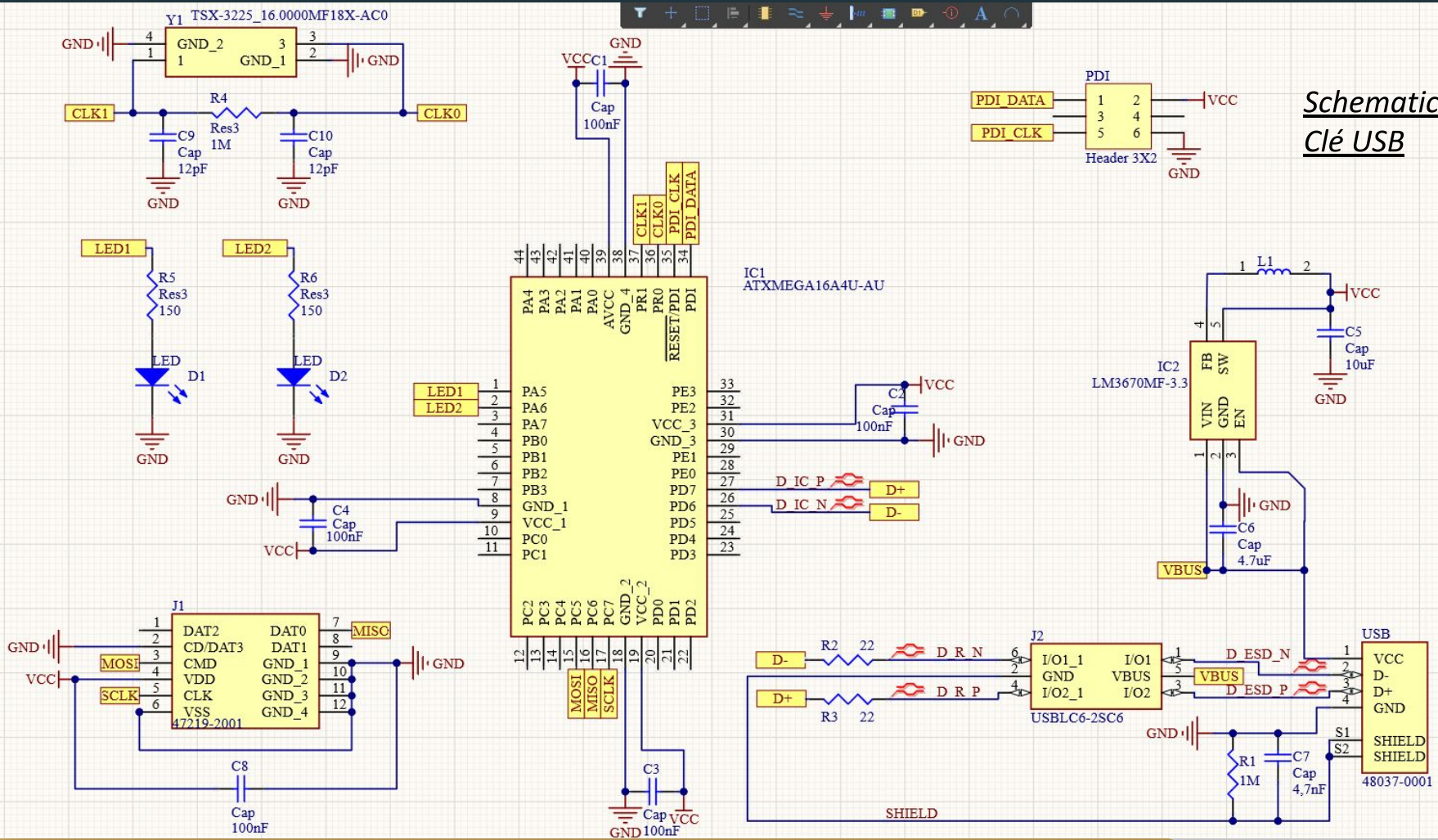


*Source : AVR XMega - USB HW
Design Recommendation*

Recommandations alimentation du μC

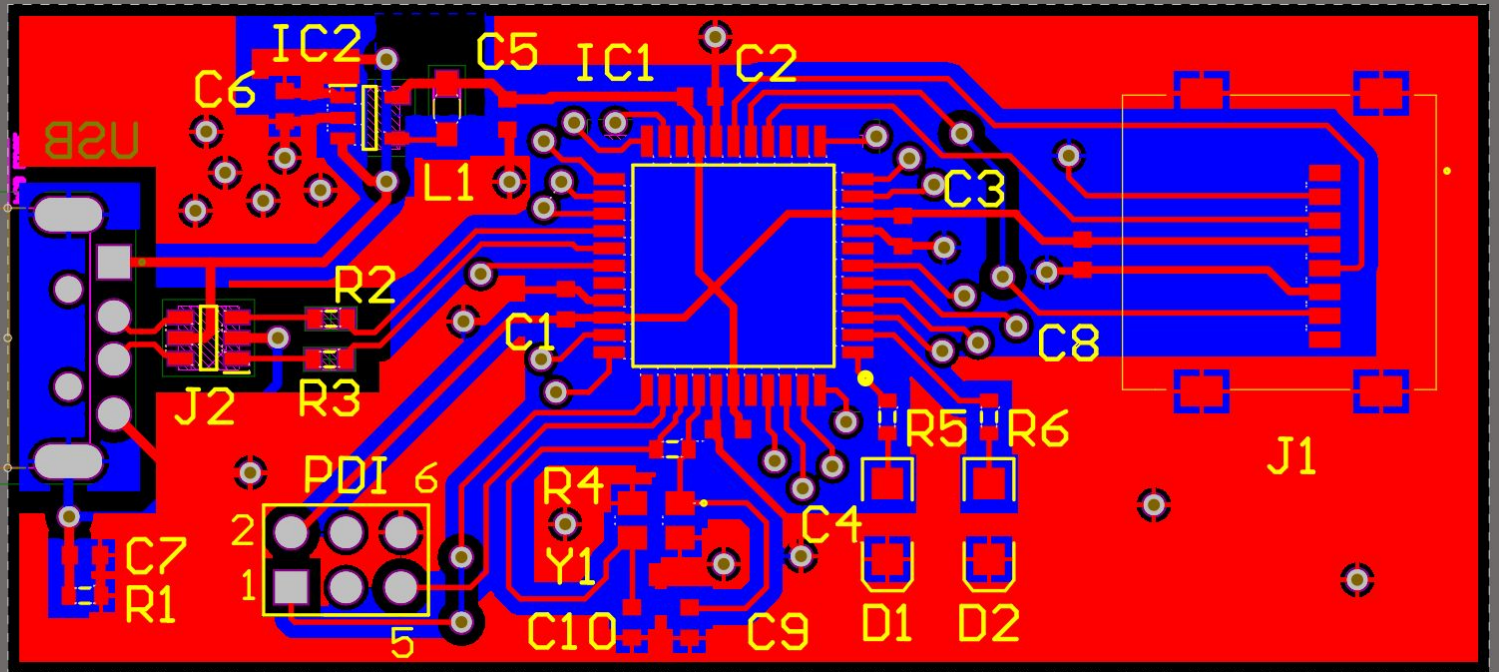


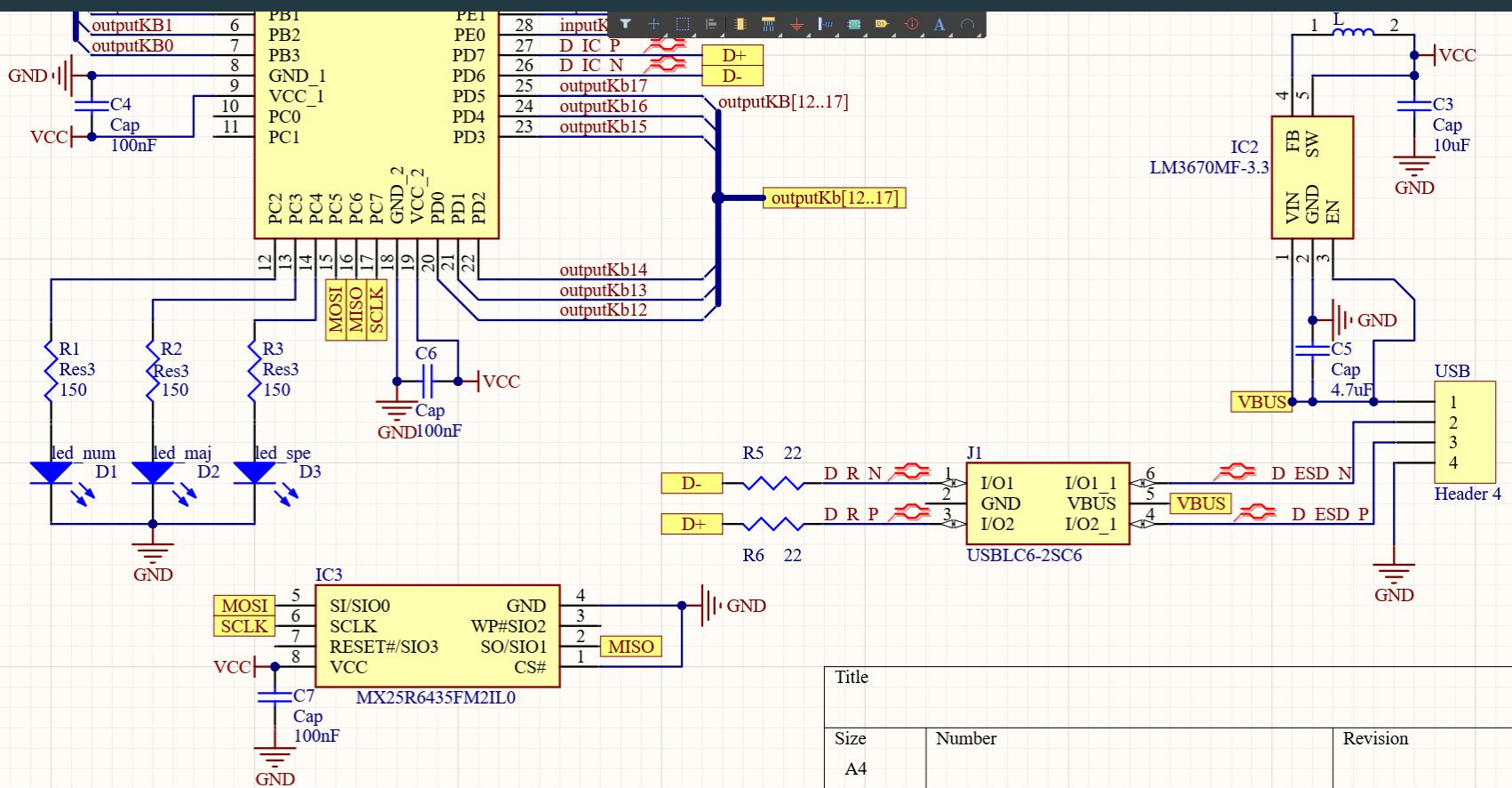
Source : AVR XMega - USB HW Design Recommendation



Schematics Clé USB

PCB de la clé USB

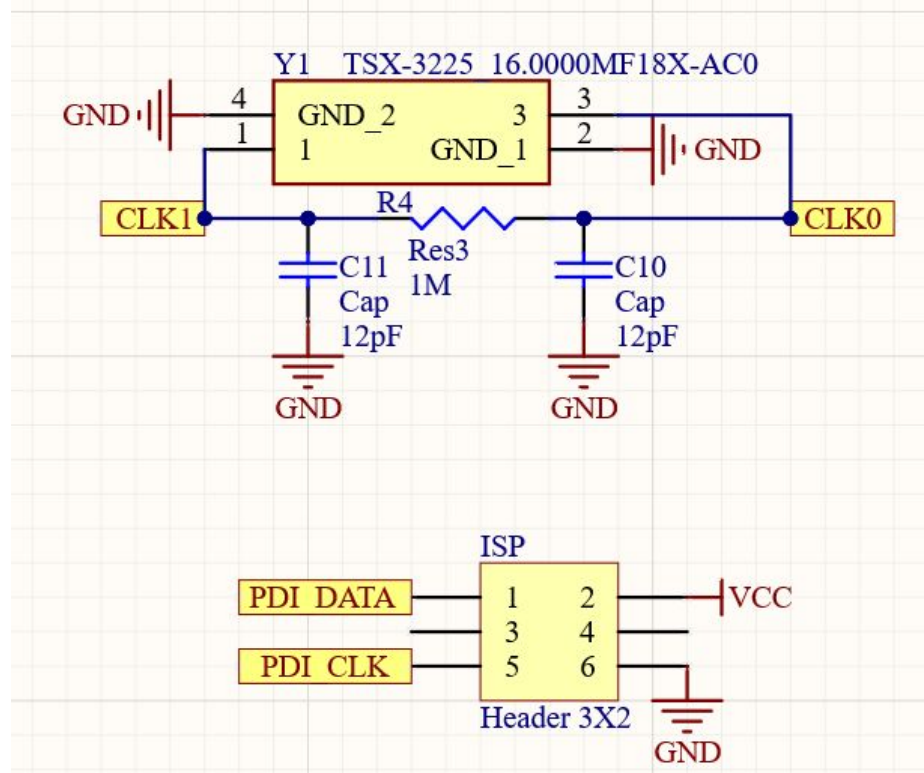




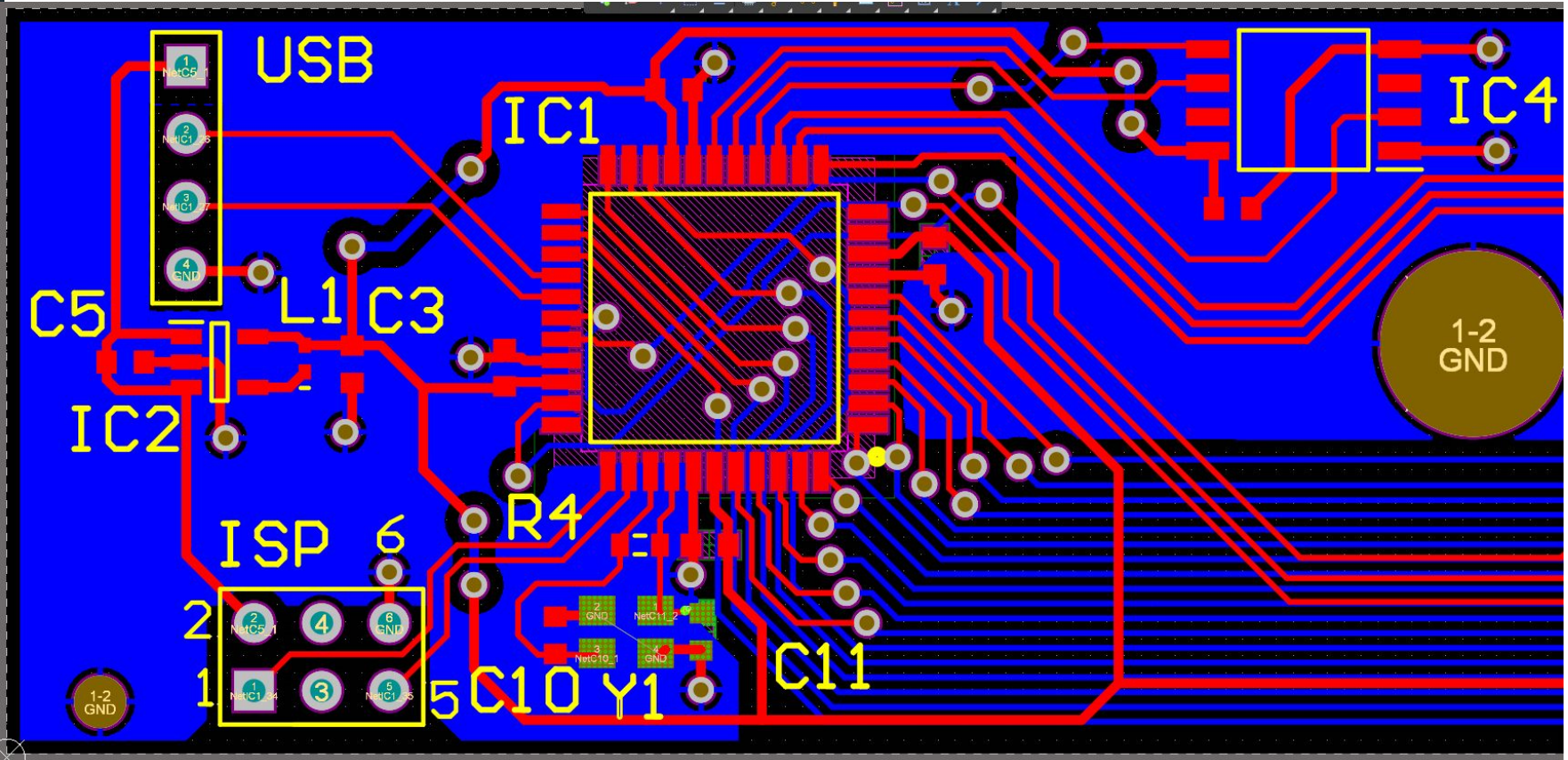
Schematics clavier (2)

Title		
Size	Number	Revision
A4		

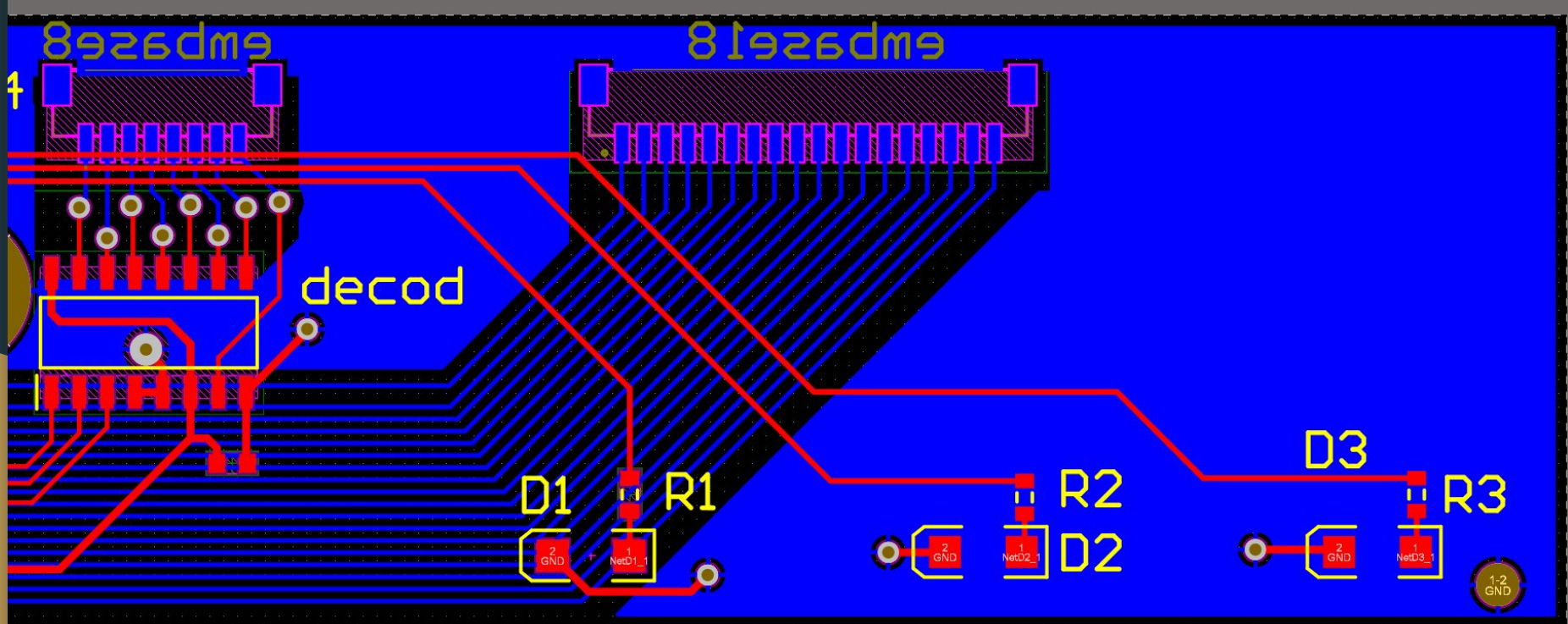
Schematics clavier (3)



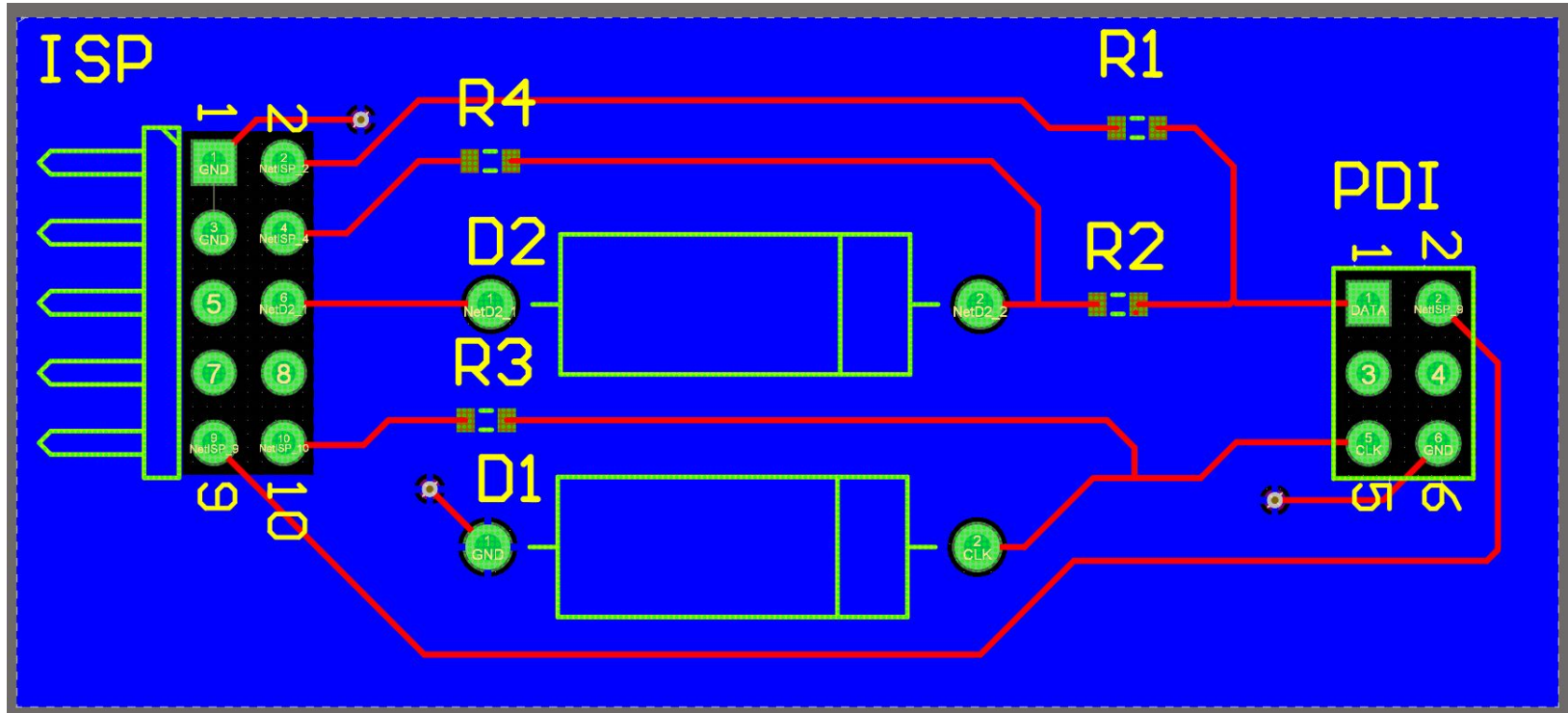
PCB du clavier (1)

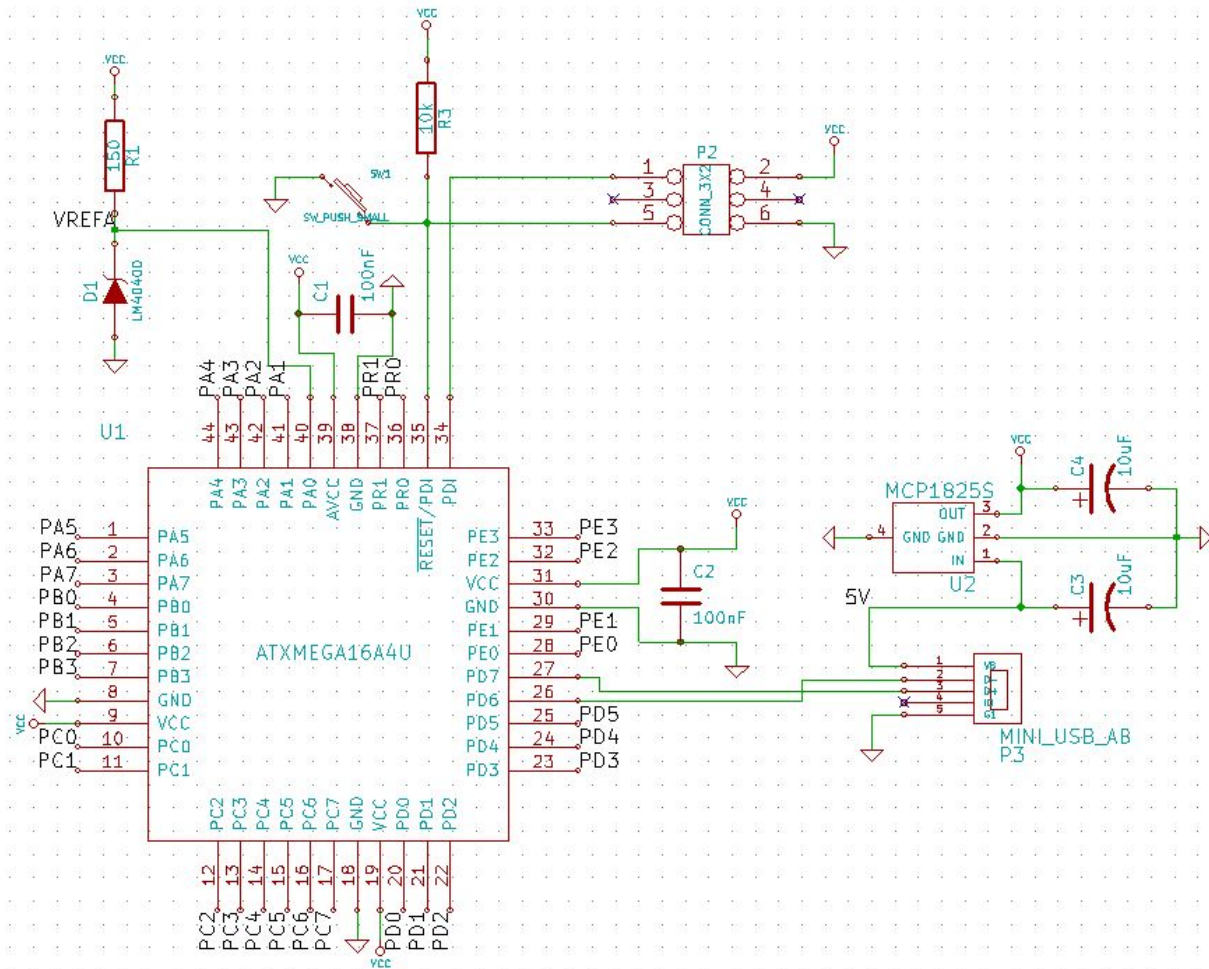


PCB du clavier (2)



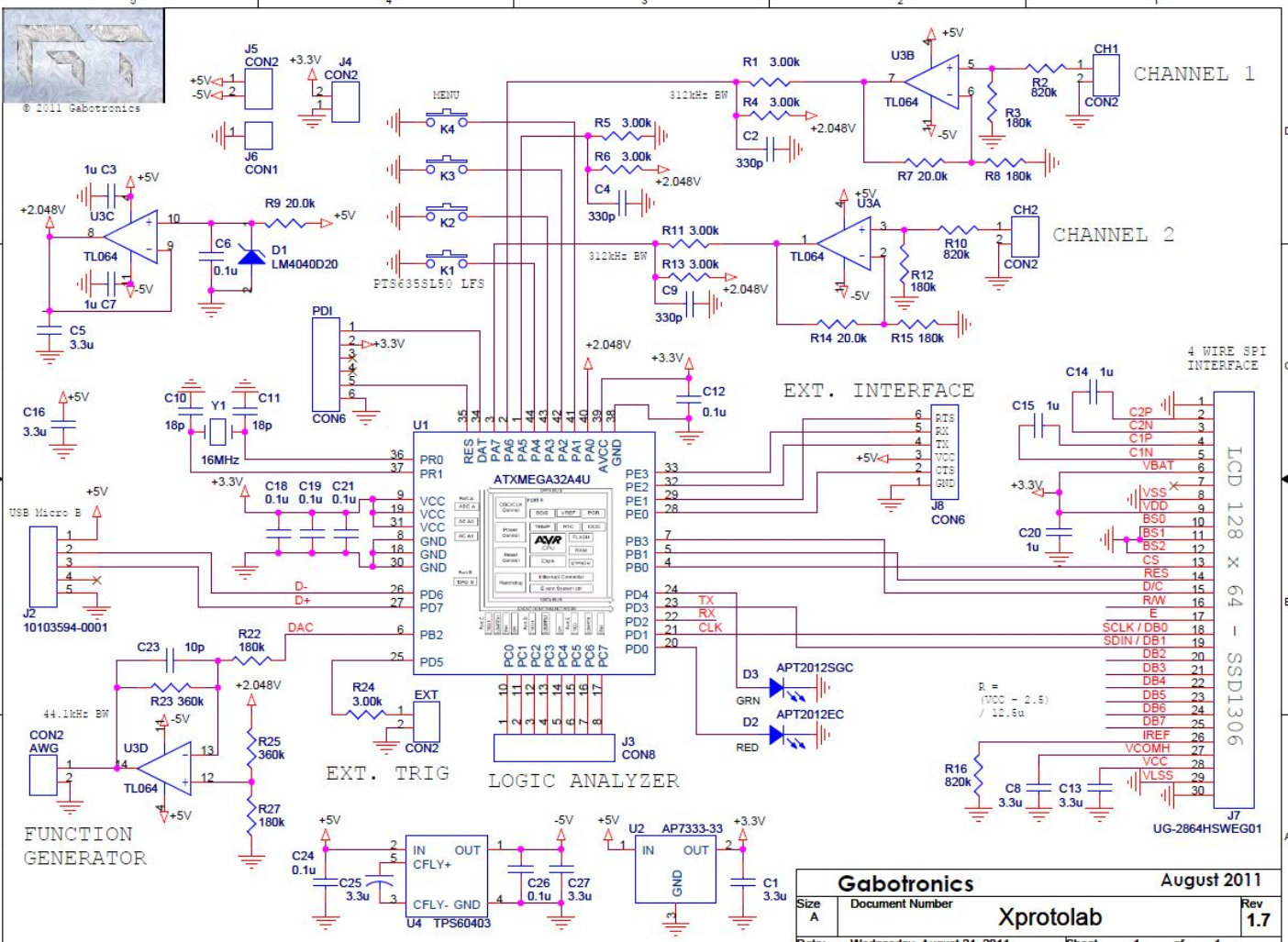
PCB adaptateur ISP vers PDI





Projet utilisant un
ATXMEGA16A4U

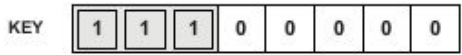
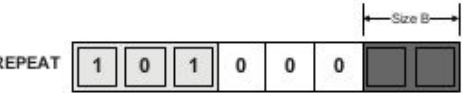
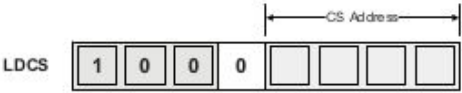
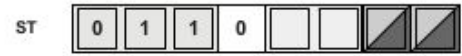
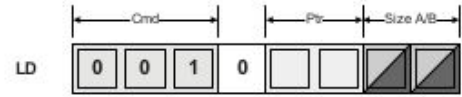
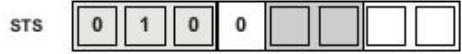
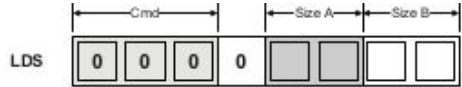
Source : AVR freaks



Carte commercialisée
Gabotronics Xprotolab

Source :
gabotronics.com

Gabotronics		August 2011
Size A	Document Number	Rev 1.7
Xprotolab		
Date: Wednesday, August 24, 2011	Sheet 1 of 1	



Cmd			
0 0 0	LDS		
0 0 1	LD		
0 1 0	STS		
0 1 1	ST		
1 0 0	LDCS (LDS Control/Status)		
1 0 1	REPEAT		
1 1 0	STCS (STS Control/Status)		
1 1 1	KEY		

Size A - Address size (direct access)	
0 0	Byte
0 1	Word (2 Bytes)
1 0	3 Bytes
1 1	Long (4 Bytes)

Ptr - Pointer access (indirect access)	
0 0	*(ptr)
0 1	*(ptr++)
1 0	ptr
1 1	ptr++ - Reserved

Size B - Data size	
0 0	Byte
0 1	Word (2 Bytes)
1 0	3 Bytes
1 1	Long (4 Bytes)

CS Address (CS - Control/Status reg.)			
0 0 0 0	Register 0		
0 0 0 1	Register 1		
0 0 1 0	Register 2		
0 0 1 1	Reserved		
.....			
1 1 1 1	Reserved		

jeu d'instructions PDI

source : AVR XMEGA AU MANUAL

jeu d'instructions NVM

source : AVR XMEGA AU MANUAL

CMD[6:0]	Commands / Operation	Trigger	Change protected	NVM Busy
0x00	No operation	-	-	-
0x40	Chip erase ⁽¹⁾	CMDEX	Y	Y
0x43	Read NVM	PDI Read	N	N
Flash Page Buffer				
0x23	Load flash page buffer	PDI Write	N	N
0x26	Erase flash page buffer	CMDEX	Y	Y
Flash				
0x2B	Erase flash page	PDI write	N	Y
0x2E	Write flash page	PDI write	N	Y
0x2F	Erase and write flash page	PDI write	N	Y
0x78	Flash CRC	CMDEX	Y	Y
Application Section				
0x20	Erase application section	PDI write	N	Y
0x22	Erase application section page	PDI write	N	Y
0x24	Write application section page	PDI write	N	Y
0x25	Erase and write application section page	PDI write	N	Y
0x38	Application section CRC	CMDEX	Y	Y
Boot Loader Section				
0x68	Erase boot section	PDI write	N	Y
0x2A	Erase boot loader section page	PDI write	N	Y

0x2C	Write boot loader section page	PDI write	N	Y
0x2D	Erase and write boot loader section page	PDI write	N	Y
0x39	Boot loader section CRC	NVMAA	Y	Y

Production Signature (Calibration) and User Signature Sections

0x01	Read user signature row	PDI read	N	N
0x18	Erase user signature row	PDI write	N	Y
0x1A	Write user signature row	PDI write	N	Y
0x02	Read calibration row	PDI read	N	N

Fuses and Lock Bits

0x07	Read fuse	PDI read	N	N
0x4C	Write fuse	PDI write	N	Y
0x08	Write lock bits	CMDEX	Y	Y

EEPROM Page Buffer

0x33	Load EEPROM page buffer	PDI write	N	N
0x36	Erase EEPROM page buffer	CMDEX	Y	Y

EEPROM

0x30	Erase EEPROM	CMDEX	Y	Y
0x32	Erase EEPROM page	PDI write	N	Y
0x34	Write EEPROM page	PDI write	N	Y
0x35	Erase and write EEPROM page	PDI write	N	Y
0x06	Read EEPROM	PDI read	N	N

4.21 Register summary – NVM controller

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
+0x00	ADDR0	Address Byte 0								26
+0x01	ADDR1	Address Byte 1								26
+0x02	ADDR2	Address Byte 2								26
+0x03	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
+0x04	DATA0	Data Byte 0								26
+0x05	DATA1	Data Byte 1								27
+0x06	DATA2	Data Byte 2								27
+0x07	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
+0x08	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
+0x09	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
+0x0A	CMD	–	CMD[6:0]							27
+0x0B	CTRLA	–	–	–	–	–	–	–	CMDEX	27
+0x0C	CTRLB	–	–	–	–	EEMAPEN	FPRM	EPRM	SPMLOCK	28
+0x0D	INTCTRL	–	–	–	–	SPMLVL[1:0]		EELVL[1:0]		28
+0x0E	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
+0x0F	STATUS	NVMBUSY	FBUSY	–	–	–	–	EELOAD	FLOAD	29
+0x10	LOCKBITS	BLBB[1:0]		BLBA[1:0]		BLBAT[1:0]		LB[1:0]		29

source : AVR XMEGA
AU MANUAL