

Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

Projeto Eletrônico de Mezzanine Customizado

OBJETIVOS

Este projeto eletrônico tem como principais objetivos os seguintes tópicos:

- **Modelamento Eletrônico** (Schematics / Layout) de um Mezzanine de câmeras, para implementar a interface com as câmeras MIPI-CSI OV5645.
- **Dimensionamento de Custos** (FOB)
- **Estudo de referências de design de mezzanines similares** (do tipo MIPI Adapter) e disponíveis no mercado (AISTARVISION e D3 ENGINEERING).

As referências de design estudadas apresentam muitas semelhanças entre si. A principal diferença encontrada relaciona-se à escolha da interface **I2C** utilizada para a segunda câmera (MIPI-CSI1). Embora o documento "**DragonBoard 410c Hardware Manual**" informe que a interface **I2C** para a segunda câmera deva ser a **I2C3**, cada fabricante adotou sua própria escolha (esta seleção é normalmente disponível nas placas Mezzanine através de jumpers ou headers de configuração, e deve ser compatível aos drivers ou imagens do Debian modificadas).

A versão atual deste projeto adota a interface **I2C2** para ambas as câmeras (baseando-se na versão atual do MIPI ADAPTER 2.0 do fabricante AISTARVISION).

A D3 Engineering utiliza os sinais de clock para as câmeras oriundos do conector High Speed (HS Connector). A AISTARVISION permite a seleção do clock por oscilador de 24MHz ou proveniente do conector High Speed (a seleção é realizada por jumpers).

Este projeto utiliza um oscilador de 24MHz como fonte de sinal de clock para as câmeras.

Optamos por deixar as áreas da PCB do Mezzanine que ficam próximas às antenas da **DragonBoard 410c** livres de obstruções metálicas (ground layer ou componentes), visando não prejudicar o desempenho das antenas de RF da **DragonBoard 410c**.

Também preferimos deixar as câmeras alinhadas paralelamente à borda maior do Mezzanine, visando dar o maior distanciamento possível entre as câmeras. Este maior distanciamento contribui para o melhor funcionamento dos algoritmos de visão estereoscópica.

ANÁLISE DE CUSTOS

De acordo com o levantamento de custos, concluímos ser possível uma economia significativa no custo FOB total do mezzanine customizado.

Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

OBJETIVOS (CONTINUAÇÃO)

O conceito do projeto eletrônicos dos mezzanines de câmeras é relativamente simples. As placas contém, basicamente, conversores DC/DC e conectores (Low Speed, High Speed e dos módulos de câmera).

Em função da baixa densidade de componentes, conseguimos desenhar uma PCB duas camadas (layers), com preenchimento de cobre em ambas as faces (para ground layer). Isto também contribuirá para a redução de custo final do produto (em comparação a utilizar PCBs com mais camadas e mais caras).

O custo unitário (USD FOB) para fabricação da PCB de duas camadas, utilizando referência de custo do fabricante **PCBWAY.COM**, é de 0.73 (quantidade=100) e de 0.434 (quantidade=1000).

CUSTO UNITÁRIO ESTIMADO DO MEZZANINE CUSTOMIZADO

	Qty=100	Qty=1000
Componentes	17.80	14.58
Câmeras	50.00	50.00
PCB	0.73	0.43
TOTAL (USD, FOB)	68.53	65.01

Nesta análise, não estamos incluindo os custos de frete, montagem

da PCB e impostos.

Para fins de comparação de custos, listamos as opções de Mezzanines prontos no mercado :

CUSTO UNITÁRIO DE MEZZANINES PRONTOS

MODELO	MIPI ADAPTER 2.0	D3 CAMERA MEZZ OV5640
FABRICANTE	AISTARVISION	D3 ENGINEERING
PREÇO (USD,FOB)	75.00	151.40

EVOLUÇÃO DO PROJETO

Devido ao espaço livre disponível na PCB, é possível o acréscimo de outros componentes interessantes, que podem interfacear a **DragonBoard 410c** através dos conectores LS e HS. Neste caso, provavelmente, seria necessário utilizar PCB com mais camadas (4 camadas, provavelmente).

Exemplos de componentes interessantes seriam :

- Módulo 3G/4G
- Transceiver CAN
- Sensores Inerciais

Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

CÂMERAS MIPI

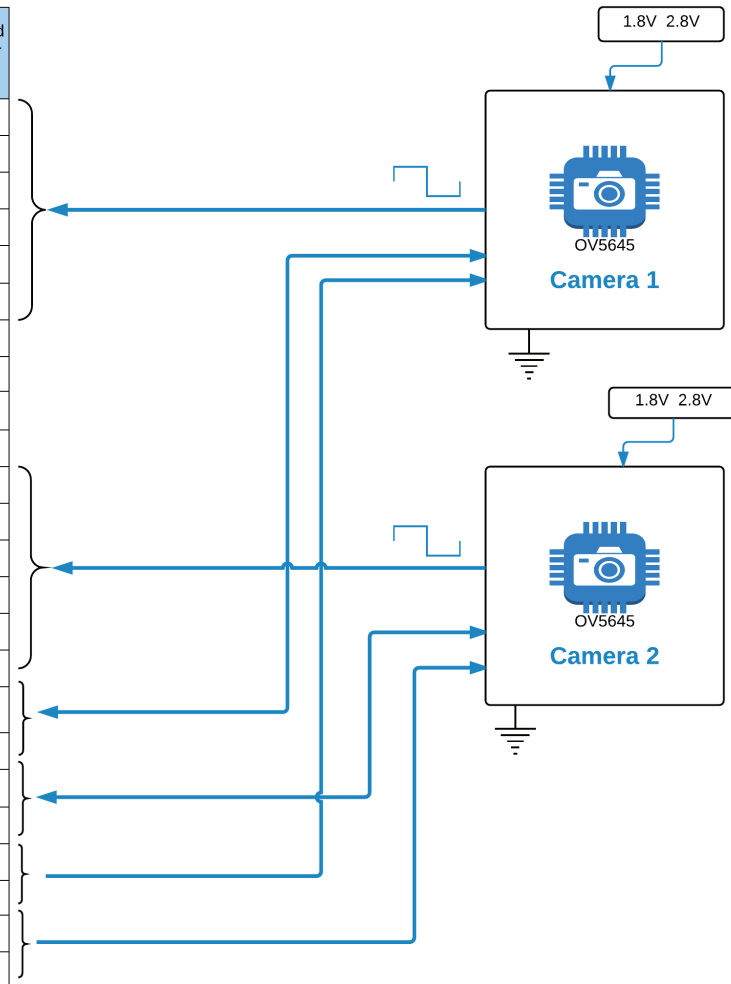
A **Dragonboard 410C** implementa duas interfaces de câmera **MIPI-CSI** :

- 1 de quadro vias (**MIPI_CSI0**)
- 1 de duas vias (**MIPI_CSI1**)

Os sinais **MIPI-CSI** são mapeados diretamente ao conector de expansão High Speed da **Dragonboard 410C**

As câmeras MIPI requerem também interface **I2C**.
Para a **MIPI_CSI0**, utiliza-se a interface **I2C2**.
Para a **MIPI_CSI1**, utiliza-se a interface **I2C3 (*)**

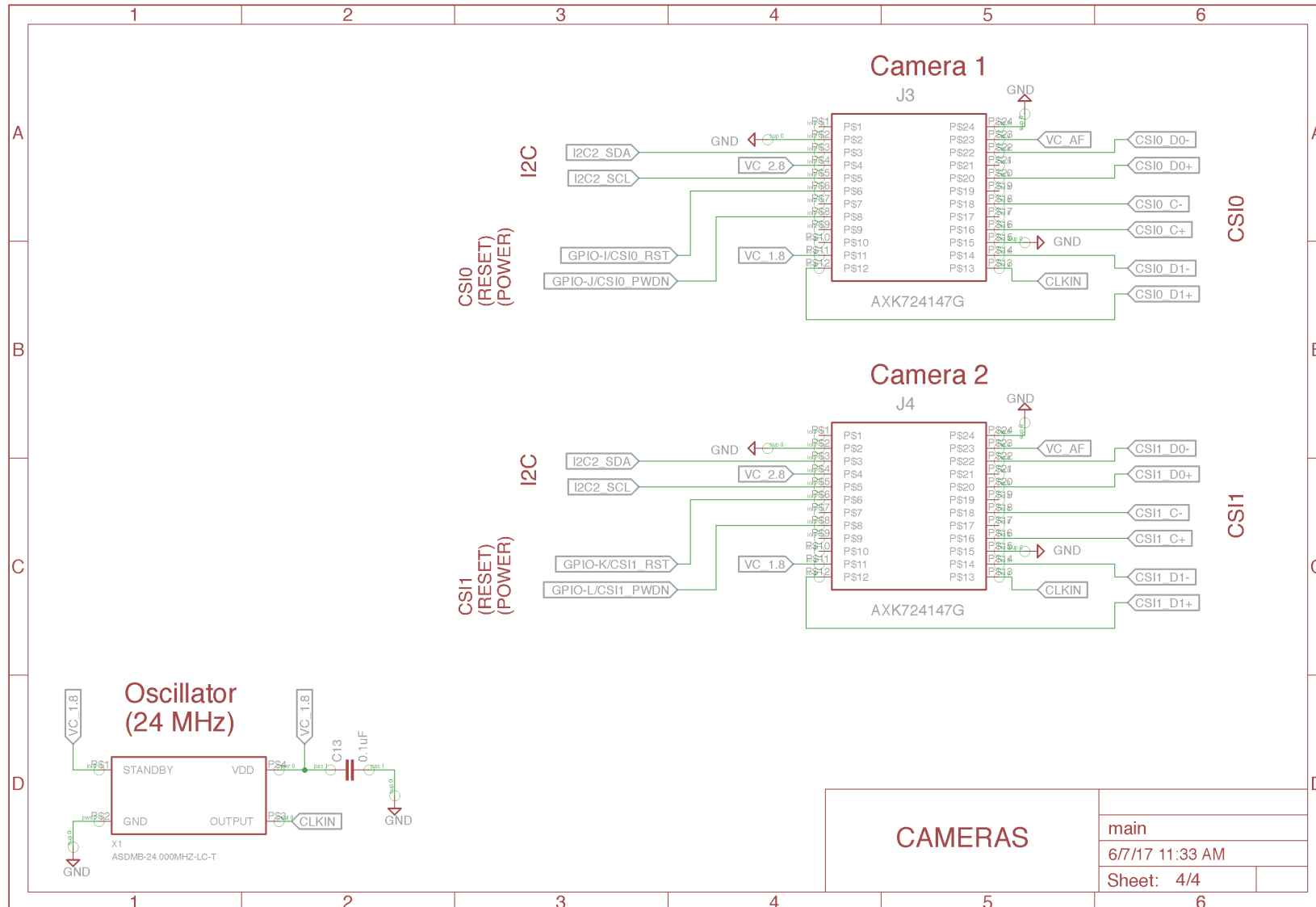
Module	SnapDragon 410E signal	96boards signal	High Speed Connector Pin	Low Speed Connector Pin
MIPI_CSI0 (primary)	MIPI_CSI0_CLK	CSI0_C+	2	
		CSI0_C-	4	
	MIPI_CSI0_D0	CSI0_D0+	8	
		CSI0_D0-	10	
	MIPI_CSI0_D1	CSI0_D1+	14	
		CSI0_D1-	16	
MIPI_CSI0_D2 (não utilizado)	CSI0_D2+	20		
MIPI_CSI0_D3 (não utilizado)	CSI0_D3+	26		
	CSI0_D3-	28		
MIPI_CSI1 (secondary)	MIPI_CSI1_CLK	CSI1_C+	54	
		CSI1_C-	56	
	MIPI_CSI1_D0	CSI1_D0+	42	
		CSI1_D0-	44	
MIPI_CSI1_D1	CSI1_D1+	48		
	CSI1_D1-	50		
I2C2	I2C2_SCL	I2C2_SCL/APQ GPIO30	32	
	I2C2_SDA	I2C2_SDA/APQ GPIO29	34	
I2C3 (*)	I2C3_SCL	I2C3_SCL/APQ GPIO15	36	
	I2C3_SDA	I2C3_SDA/APQ GPIO14	38	
PWDN0	CSI0_PWDN	APQ GPIO34		32
RESET0	CSI0_RST	APQ GPIO35		31
PWDN1	CSI1_PWDN	APQ GPIO33		34
RESET1	CSI1_RST	APQ GPIO28		33



Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

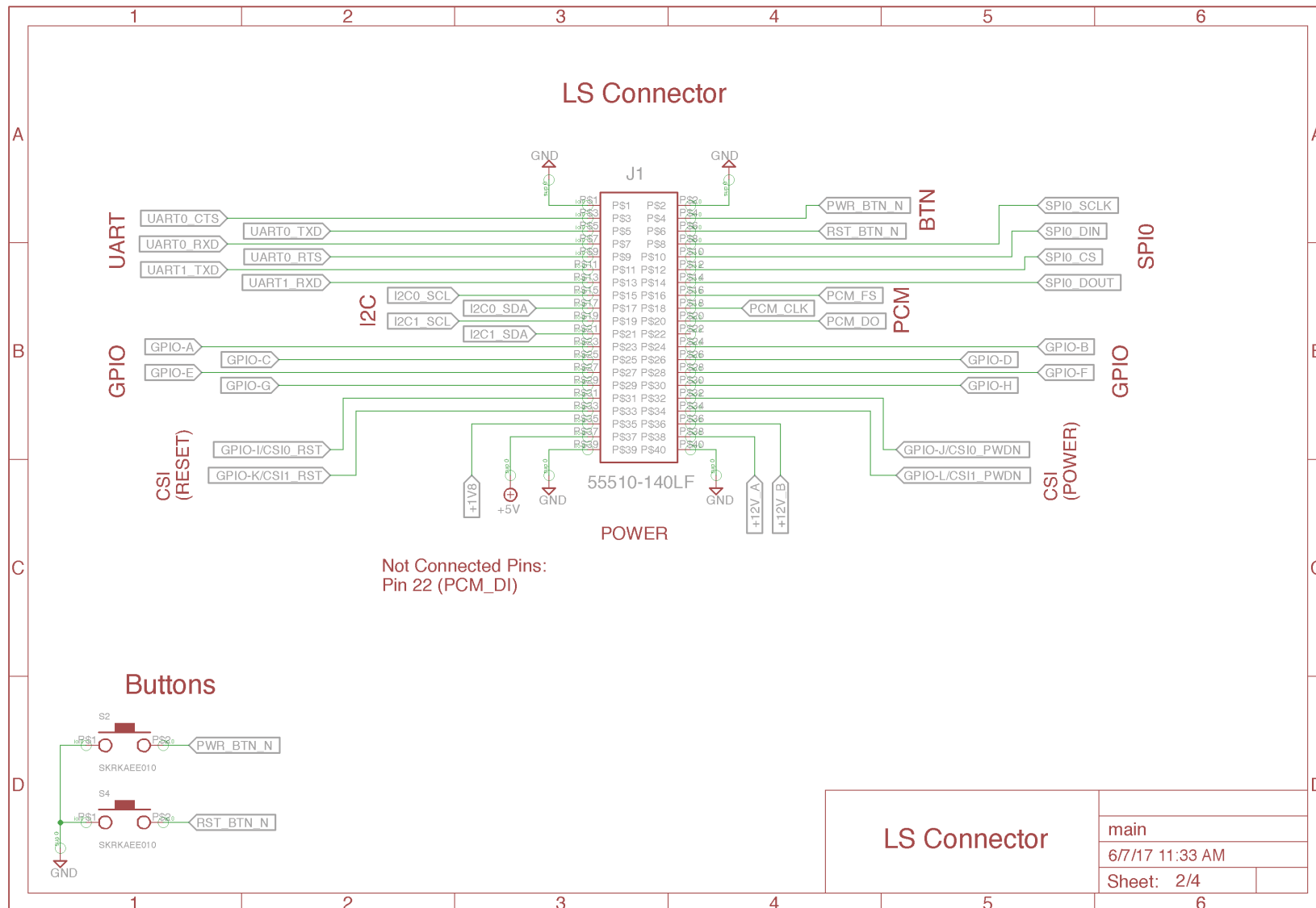
MIPI-CSI CAMERAS SCHEMATICS



Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

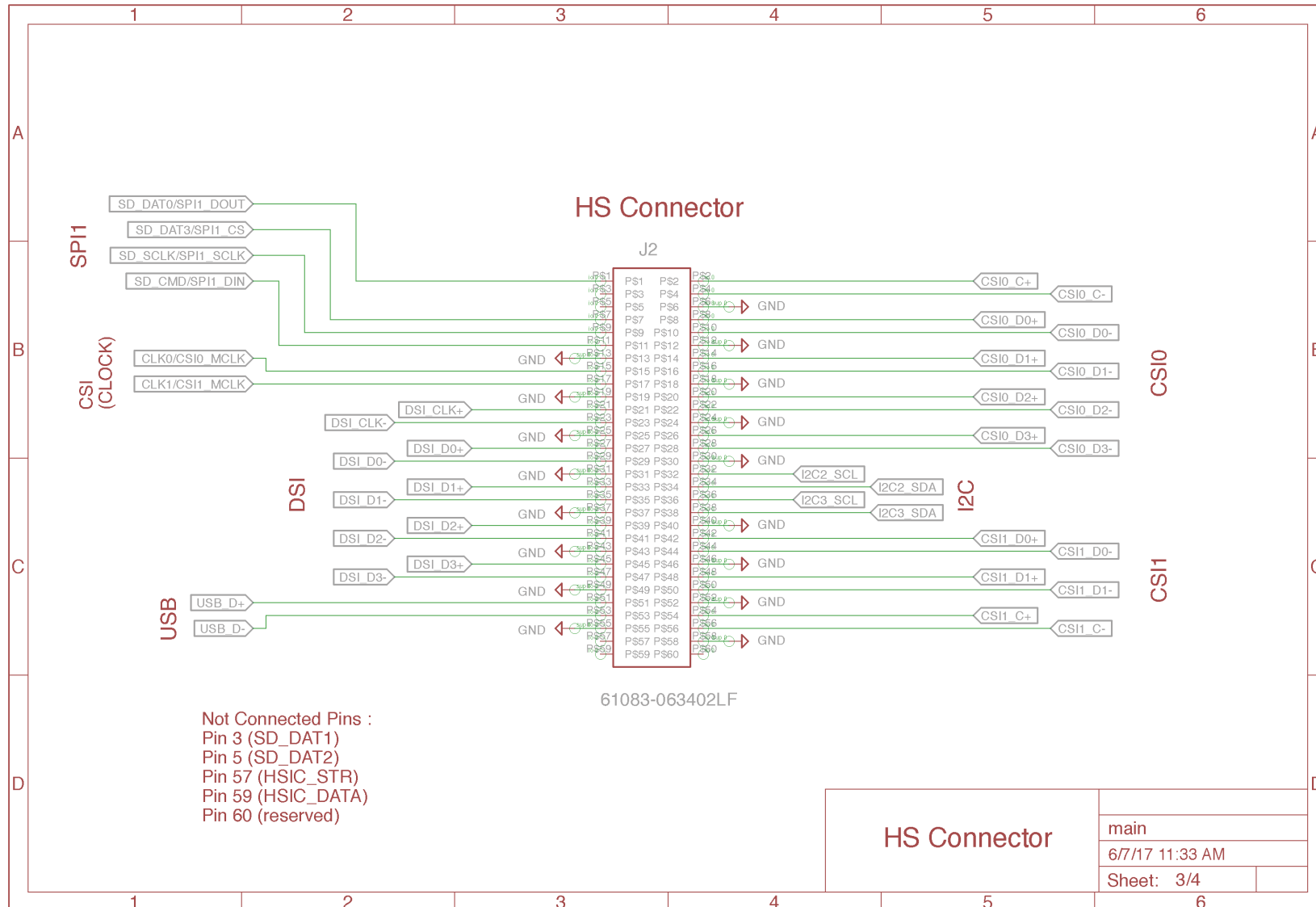
LOW SPEED CONNECTOR SCHEMATICS



Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

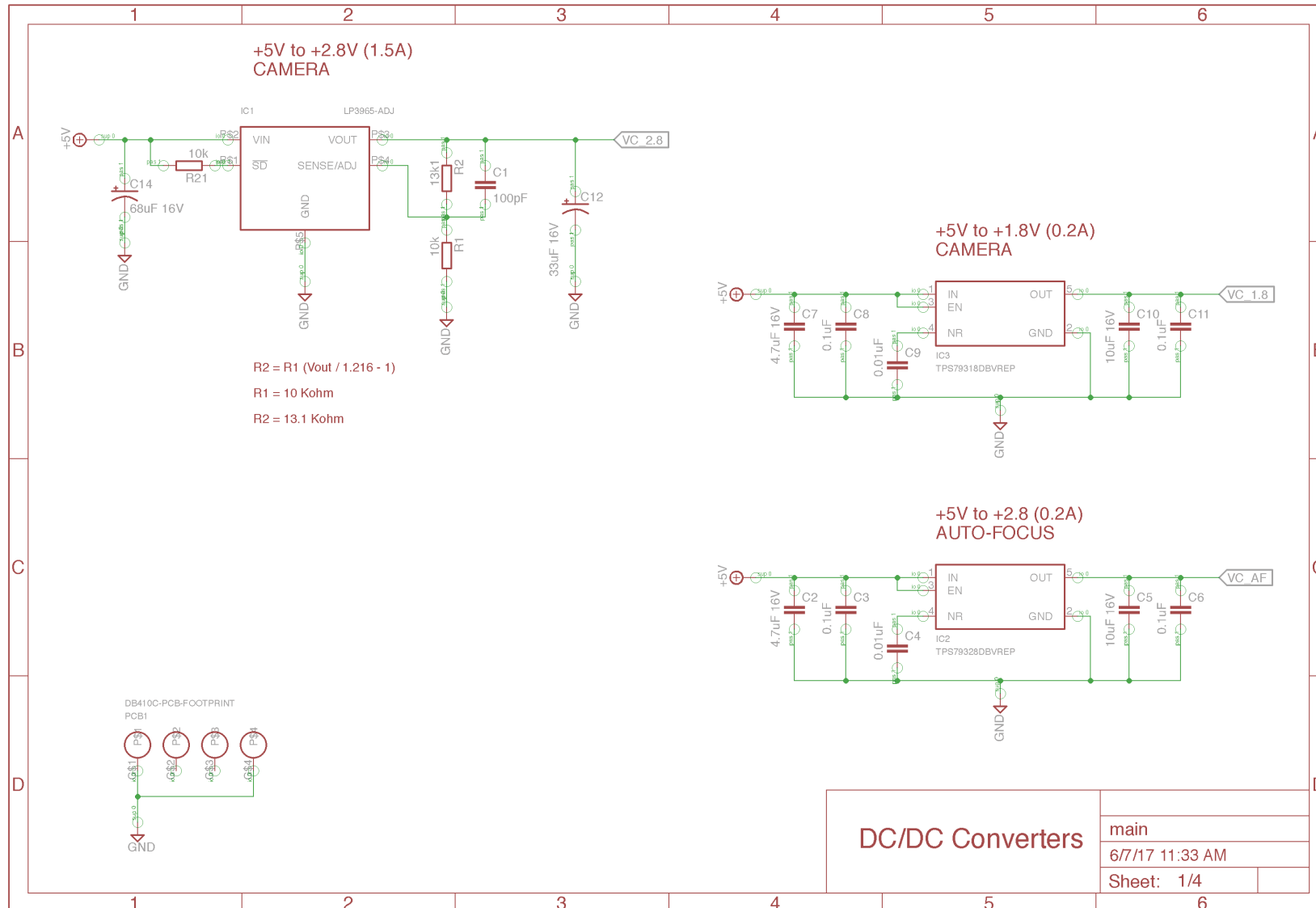
HIGH SPEED CONNECTOR SCHEMATICS



Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

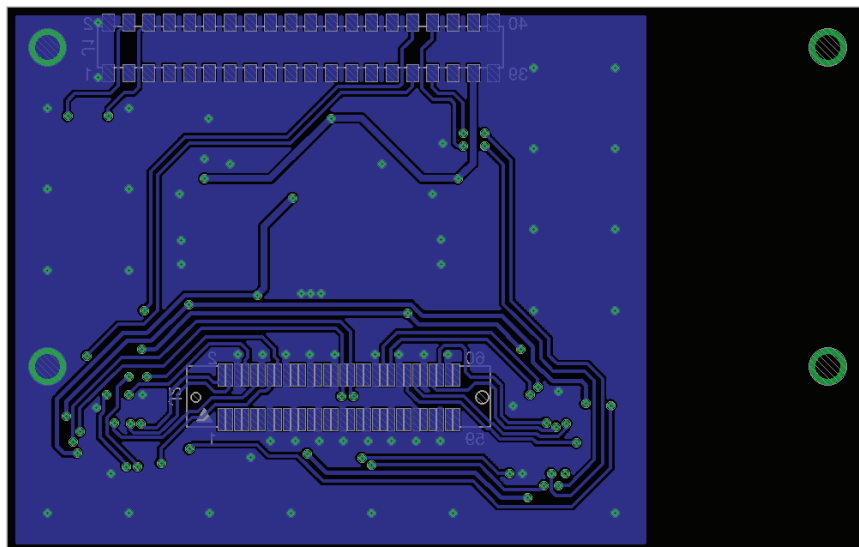
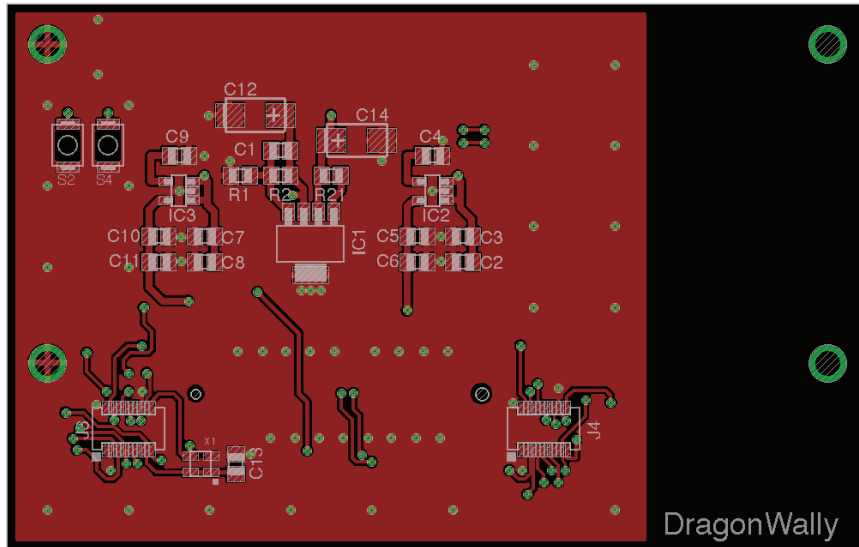
DC/DC CONVERTERS SCHEMATICS



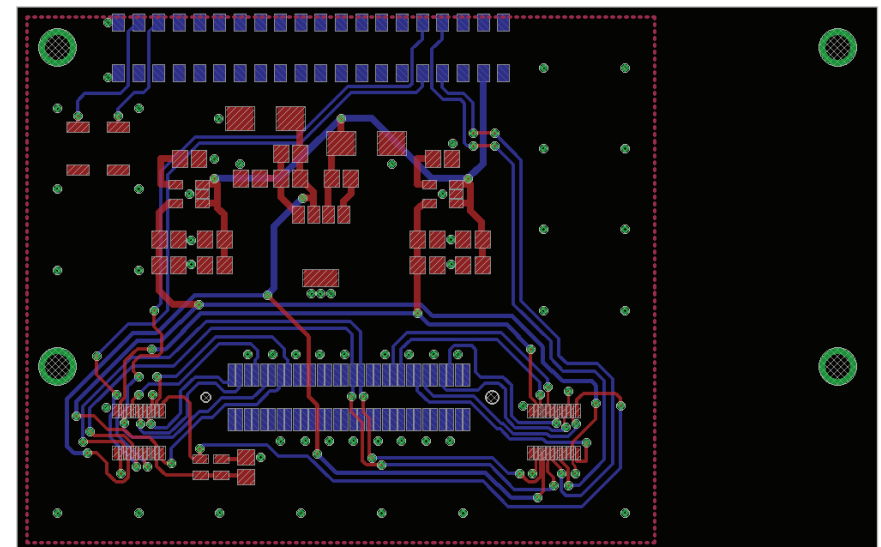
Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

PCB LAYOUT (TOP AND BOTTOM COPPER LAYERS)



OVERLAPPED LAYERS (TOP AND BOTTOM)



Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

BOM (BILL OF MATERIALS)

DRAGONWALLY MEZZANINE - BOM (BILL OF MATERIAL)

	PART	VALUE		PACKAGE	MANUFACTURER	PRICE (USD, FOB)			SUPPLIER
		VALUE	P/N			QTY=1	QTY=100	QTY=1000	
CAPACITORS	C1	100pF	08055A101JAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0630	0.0156	digkey
	C2	4.7uF 16V	0805YD475KAT2A	C0805	AVX	0.7200	0.3643	0.2429	digkey
	C3	0.1uF	08055C104KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0141	0.0079	digkey
	C4	0.01uF	08055C103KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0161	0.0090	digkey
	C5	10uF 16V	0805YD106KAT2A	C0805	AVX	0.2100	0.0721	0.0436	digkey
	C6	0.1uF	08055C104KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0141	0.0079	digkey
	C7	4.7uF 16V	0805YD475KAT2A	C0805	AVX	0.7200	0.3643	0.2429	digkey
	C8	0.1uF	08055C104KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0141	0.0079	digkey
	C9	0.01uF	08055C103KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0161	0.0090	digkey
	C10	10uF 16V	0805YD106KAT2A	C0805	AVX	0.2100	0.0721	0.0436	digkey
	C11	0.1uF	08055C104KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0141	0.0079	digkey
	C12	33uF 16V	TAJC336K016RNJ	CT6032	AVX	0.7200	0.3623	0.2625	digkey
	C13	0.1uF	08055C104KAT2A	C0805	AVX	0.1000	0.0141	0.0079	digkey
	C14	68uF 16V	TPSC686K016R0200	CT6032	AVX	1.3200	0.7797	0.4520	digkey
RESISTORS	R1	10k	ERJ-P06F1002V	R0805	panasonic	0.1900	0.0622	0.0260	digkey
	R2	13k1	ERJ-6ENF13R0V	R0805	panasonic	0.1000	0.0167	0.0075	digkey
	R3	10k	ERJ-P06F1002V	R0805	panasonic	0.1900	0.0622	0.0260	digkey
CONNECTORS	J1	55510-140LF	55510-140LF	55510-140LF	amphenol	4.2500	3.4008	2.4656	digkey
	J2	61083-063402LF	61083-063402LF	61083-063402LF	amphenol	4.8570	3.7370	3.2790	arrow
	J3	AXK724147G	AXK724147G	AXK724147G	panasonic	1.9779	1.8943	1.8107	arrow
	J4	AXK724147G	AXK724147G	AXK724147G	panasonic	1.9779	1.8943	1.8107	arrow
BUTTONS	S2	SKRKAEE010	SKRKAEE010	SKRKAEE010	alps	0.4668	0.4566	0.4543	arrow
	S4	SKRKAEE010	SKRKAEE010	SKRKAEE010	alps	0.4668	0.4566	0.4543	arrow
DC/DC	IC1	LP3965EMP-ADJ/NOPB	LP3965EMP-ADJ/NOPB	SOT223-5	Texas Instruments	2.3780	1.7800	1.4670	arrow
	IC2	TPS79328DBVREP	TPS79328DBVREP	SOT23-5	Texas Instruments	0.6082	0.3856	0.2511	arrow
	IC3	TPS79318DBVREP	TPS79318DBVREP	SOT23-5	Texas Instruments	1.0200	0.7107	0.4635	digkey
XTAL	X1	ASDMB-24.000MHZ-LC-T	ASDMB-24.000MHZ-LC-T	ASDMB	abracon	0.9411	0.7617	0.7057	arrow

TOTAL COST OF COMPONENTS		
QTY=1	QTY=100	QTY=1000
24.12	17.80	14.58

Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

CAMERA MODULES

DRAGONWALLY MEZZANINE – MIPI CSI CAMERA OPTIONS

	PART	VALUE		PACKAGE	MANUFACTURER	PRICE (USD, FOB)			SUPPLIER
		VALUE	P/N			QTY=1	QTY=100	QTY=1000	
CAMERAS	CAM1	AMC5014OV-ATV01	AMC5014OV-ATV01	camera module	AISTARVISION	25.00	25.00	25.00	AIStarVision
	CAM2	AMC5014OV-ATV01	AMC5014OV-ATV01	camera module	AISTARVISION	25.00	25.00	25.00	AIStarVision
	CAM1	LI-OV5640-MIPI-AF	LI-OV5640-MIPI-AF	camera module	Leopard Imaging	26.40	26.40	26.40	Arrow
	CAM2	LI-OV5640-MIPI-AF	LI-OV5640-MIPI-AF	camera module	Leopard Imaging	26.40	26.40	26.40	Arrow

TOTAL COST OF TWO CAMERAS

MANUFACTURER	TOTAL COST
AISTARVISION	50.00
Leopard Imaging	52.80

Sistema de Identificação de Pessoas baseado em Visão Computacional Estereoscópica

Cezar Menezes e Cleber Picolo

MIPI ADAPTER MEZZANINE COMPARISON REVIEW

	AISTARVISION	D3 ENGINEERING
MODEL	MIPI Adapter 2.0 Mezzanine	D3 CAMERA MEZZ OV5640
I2C INTERFACE CSIO	I2C2	I2C2
I2C INTERFACE CS11	I2C2 (default) I2C0 , I2C1 or I2C3 (through headers)	I2C1 (default) I2C3 (resistor jumper)
CSIO CLOCK SOURCE	24MHz OSC (default) or HS Connector	HS connector (CSIO_MCLK)
CS11 CLOCK SOURCE	24MHz OSC (default) or HS Connector	HS connector (CS11_MCLK)
INTERNAL DC VOLTAGES	+1.8 VDC and +2.8 VDC	+1.5 VDC and +2.8 VDC
PRICE WITH 1 CAMERA (USD FOB)	50.00	125.00
PRICE WITH 2 CAMERAS (USD FOB)	75.00	151.40
CAMERA PART NUMBER	AMC5014OV-ATV01 (OV5645)	LI-OV5640-MIPI-AF (OV5640)
LATEST SUPPORTED DEBIAN VERSION	16.09	17.04
BOARD SUPPORT PACKAGE	boot image	Boot / rootfs images

AISTARVISION Support Page <https://github.com/Kevin-WSCU/96Boards-Camera>

D3 ENGINEERING Support Page https://github.com/D3Engineering/410c_camera_support/wiki