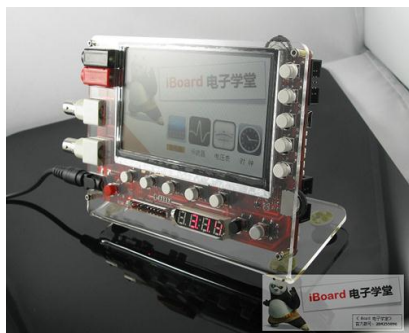


Chapter 2

iBoard 硬件电路解析

关于 《iBoard 电子学堂》



《iBoard 电子学堂》是一个综合型的电子研发开发平台，适合在校学生、一线工程师及电子爱好者等。

交流方式：

官方博客：XiaomaGee.cnblogs.com

官方论坛：www.oshcn.com

官方淘宝店铺：i-Board.taobao.com

QQ群：

《iBoard 电子学堂 群【A】》：204255896（500人，已满）

《iBoard 电子学堂 群【B】》：165201798（500人超级群）

《iBoard 电子学堂 群【C】》：215053598（200人高级群）

《iBoard 电子学堂 群【D】》：215054675（200人高级群）

《iBoard 电子学堂 群【E】》：215055211（200人高级群）

《iBoard 电子学堂 群【F】》：78538605（200人高级群）

《iBoard 电子学堂》包含了 8051 单片机, ARM, fpga, CPLD, 液晶, 数字存储示波器, 电压表, 任意波发生器等电路。
都别说话了, 听俺说
所以, 原理图分为这几部分。如图所示:

PAGES	DESCRIPTION
0	Title, Note, Block Diagram, Revision History
1	1_Power
2	2_8051
3	3_ARM
4	4_FPGA
5	5_DAC_Extend
6	6_ARB
7	7_I/O
8	8_V_meter
9	9_DSO
A	A_CPLD_LCD
B	B_Block_Diagram
C	-----

原理图的第一页是一些注释行的东西, 包括版本记录等

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:38:18

现在开始正式解析, 有问题的同学, 每部分讲完后, 我会留时间给大家提问

首先说一下电源

也就是原理图的第二页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:39:23

大家看一下, 电源从左上 J1 输入, 经过防插反二极管 D1, 然后进入电子开关部分

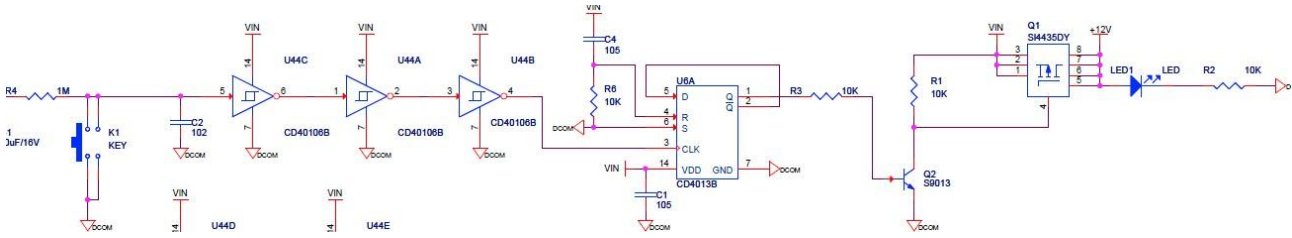
刚才有网友问为啥用 12V 的, 其实这个电路, 大于 12V 也能工作的。

12V 是一个比较标准的电源电压, 当然还有其他的, 例如 5v

7.5, 9, 12, 15

等等

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:40:24



这一部分, 是【电子开关】部分, 大家把窗口放大一下就能看得清楚

为啥叫电子开关呢, 其实是针对于机械开关来说的

机械开关是靠金属片接触的形式, 来接通、断开电源主回路。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:41:36

而电子开关, 是靠开关管的接通与断开来控制的, 这里的开关管是 SI4435

是一个 p-channel mosfet

电子开关较机械开关有很多好处, 现在的电子产品、智能家电几乎都是电子开关

的。

优点有以下几点：

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:42:53

1、寿命长，机械开关（特别是过大电流的时候），寿命只有几千次，损坏后接触不可靠，打火，氧化

2、可编程，我们可以远程或者遥控的模式控制电源接通关于断开，特别是检测到设备不正常运转后，我们可以通过微处理器给他关断

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:42:23

优点有以下几点：

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:42:53

1、寿命长，机械开关（特别是过大电流的时候），寿命只有几千次，损坏后接触不可靠，打火，氧化

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:43:33

2、可编程，我们可以远程或者遥控的模式控制电源接通关于断开，特别是检测到设备不正常运转后，我们可以通过微处理器给他关断

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:44:20

这个电子开关的原理，是通过 D 触发器组成双稳态触发，按一下会关，再按一下会开，就这样周而复始

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:44:58

为了保证插上电源的时候，是关闭的，我们通过 RC 复位电路，给 D 触发器 CD4013 清零。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:45:16

还有同学问，为啥前面还要加施密特触发器（CD40106）呢

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:46:04

其实这个是用来防抖的，按键 K1，通过 RC 滤波后，会去除抖动，然后通过施密特触发器整形，最终控制 CD4013，然后控制 mos 管 SI4435 的关断。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:46:13

这就是整个原理，细节性的东西不能说太多，不然时间不够。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:46:17

电子开关就说到这里

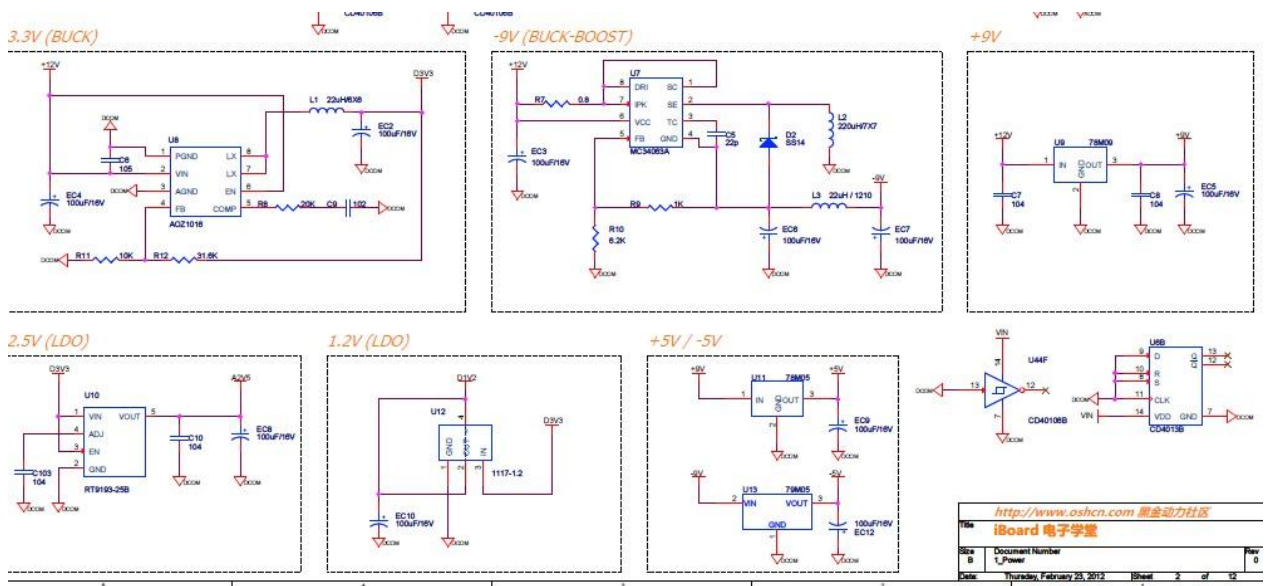
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:47:31

电源的下半部分，是我们上一节讲的内容，《iBoard 电子学堂》为了兼顾教学与实际应用，我们增加了 BUCK，BOOST，buck-boost,LDO 等常用的电源电路。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:50:30

下面接着说

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:51:04



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:51:15

这一部分电路就是我们上节课讲的内容，就不讲了。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:51:37

我提几个关键字，大家可以去 google 学习， buck, boost, LDO

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:51:50

掌握上面几个拓扑结构就行了。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:52:02

下面说第二页，8051 单片机

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:52:26

为啥加一个 8051 单片机呢，这也是很多高手对这个设计有疑问的地方

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:53:01

任何系统设计都需要有针对性。例如我们装机配电脑

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:53:30

个人用户，可能注重性能，配个好点的；发热无所谓。而如果一个网吧委托你去装机

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:53:37

我们只能以稳定性为主要原则。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:54:08

所以不同的应用领域，我们就要提供不同的方案

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:54:30

这个 8051 主要是面向初学者，我们提供自带的下载器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:54:44

通过 isp 软件和 KEIL 开发环境，就可以做 8051 单片机的开发。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:55:07

实际的项目中，有时候也可能用到一个单片机作为 arm 等高级 cpu 的协处理器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:55:50

isp 就是在系统可编程，就是用串口下载，说的都没错

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:55:57

大家对 STC 都比较了解哈

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:56:10

其实我自己，也很多年没用单片机了。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:56:21

8051 部分，我做了一下典型应用，主要分为以下几个部分：

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:56:50

1、数码管

2、RTC

3、蜂鸣器

4、按键

5、串口

6、温度传感器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:57:12

我挨个说一下每个部分所代表的典型应用

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:57:29

数码管算是比较老的东西，为啥还要加上呢

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:57:49

一些特殊的领域，液晶是取代不了他的。例如距离较远的显示

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:58:05

所以本系统把它加上去了。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:58:16

RTC 就是刚才 CB 说的 REAL TIME CLOCK

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:58:19

实时时钟，

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:58:28

其实就是我们说的电子表级别的东西

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:58:45

工程系统中，一般都需要时间来做流水记录等，所以 RTC 必不可少

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:59:10

蜂鸣器呢，这个用的也多，平常做系统，如果出问题报警，就会滴滴滴的，就是这东西

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:59:22

我们得蜂鸣器是无源的，可以播放简单的音乐。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 20:59:43

按键：对于 cpu 来说，按键扫描是个体力活

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:00:15

因为他不知道人什么时候会操作它，所以要不停的去扫描；我们把按键加到 8051 这个协处理器上，就减轻了主处理器的资源消耗

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:00:44

串口：串口是一个经典不衰的东西，一直到现在应用也很广，所以这个不可忽略

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:01:04

另外我们的 STM32 和 8051 通信，是采用 串口方式；双机通信也是很多初学者头疼的问题

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:01:45

一直就有人问我，单独学 arm 也学会了，51 也学会了，但是让他俩可靠的通信，就做不出来了，这一个也是初学者的典型性问题

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:01:56

温度传感器:

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:02:34

温度传感器这里用的是 LM75A, 它主要是监视系统的温度, 板子烧糊了, 他会提前发现的。
这样避免很多事端

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:03:04

说了这么多, 大家就会感觉到, 我所说的应用一般都是针对工业现场的;

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:03:37

8051 就说到这里, 初学者关注下, 如果熟悉 8051 的, 就可以往后翻了。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:03:43

大家有疑问, 可以踢了吧

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:03:44

提了吧

嵌入式学习者(1326703841) 21:04:05

没

电子三脚猫(49304253) 21:04:08

为什么用触发器, 不用与门?

ㄣMr€Bean\$ (382851588) 21:04:08

为什么不直接用 stm32 的 RTC 呢? 不准确?

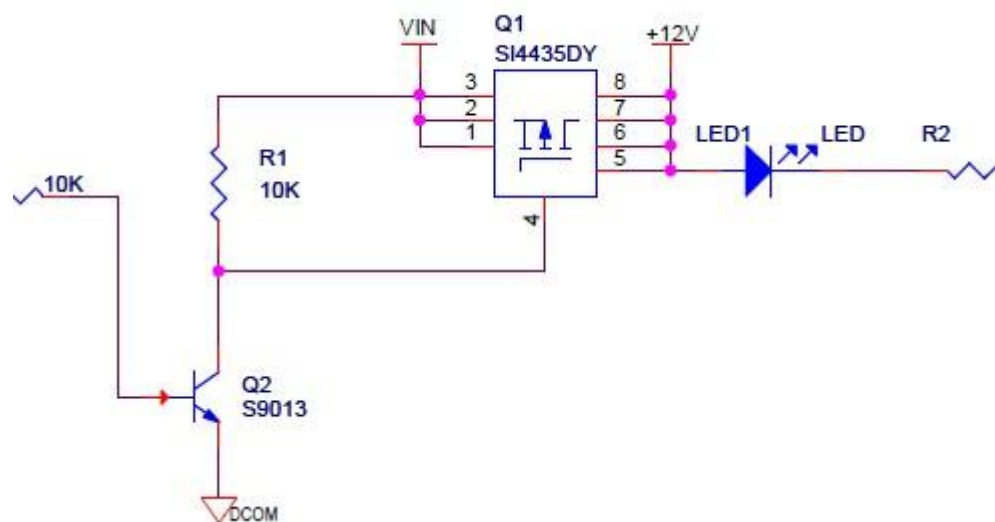
嵌入式学习者(1326703841) 21:04:09

接着讲

IC 爱好者(446136066) 21:04:15

这个比较简单

潇洒人生(511904226) 21:04:18



这部分工作原理不是很懂哦

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:04:20

stm32 的 rtc 有点问题,

最高の片想い(382547566) 21:04:27

学习了 协处理器～。～

ㄣMr€Bean\$ (382851588) 21:04:34

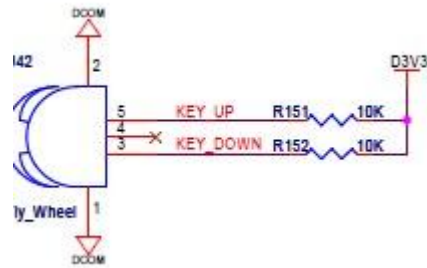


Essen(496241959) 21:04:32

电源那块

对电流有什么要求?

加油, 闫齐阳! <yqyq31601099@163.com> 21:04:38



这个是?

Essen(496241959) 21:04:45

难道输入电源只要求电压就可以了吗?

电子三脚猫(49304253) 21:04:48

LM75A 发现温度高需要软件支持吧?

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:04:47

一是计算麻烦, 2 是需要 6p 的晶振, 也麻烦。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:04:58

大于 500mA 既可

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:02

其他无要求

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:09

这个图, 是拨盘, 就是单键飞梭

Mr Bean (382851588) 21:05:14

明白了

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:14

有的 mp4 上就有的

子非鱼(41361705) 21:05:23

10K 上拉和其他小点电阻上拉区别是什么

Essen(496241959) 21:05:22

那要是超过 500A 呢?

CAN(630818260) 21:05:25

51 和什么配合使用啊

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:29

LM75A, 是通过 i2c 总线与 51 相连

无悔人生(1664911657) 21:05:39

I2C?

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:39

所以, 学习温度传感器的同时, 还学习了 i2c 总线

无悔人生(1664911657) 21:05:42

猛呀。

Essen(496241959) 21:05:42

我怎么知道我设计的系统总共需要多大的电流？

最高の片想い(382547566) 21:05:46

拨盘，就是单键飞梭

是不是和 ipod 上那个很类似的东西～。～

/aiq 灰太狼(28254042) 21:05:48

用内部的 RTC 断电以后就复位了

而且如果挂电池功耗也比较大了

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:05:56

超过 500A，晕啊

电子三脚猫(49304253) 21:06:05

电子三脚猫(49304253) 21:04:08

为什么用施密特触发器，不用与门？

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:06:08

stm32 的 rtc，对晶振要求较高。所以没用

电子三脚猫(49304253) 21:06:26

Essen(496241959) 21:05:42

我怎么知道我设计的系统总共需要多大的电流？

看 spec

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:06:31

施密特触发，就是做这个的，他有个迟滞响应

CrazyBingo(798007726) 21:06:34

施密特触发器那边消抖动的吧

CrazyBingo(798007726) 21:06:37

94！

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:06:53

原理性的东西大家去 google 下，都是基本的东西

CrazyBingo(798007726) 21:07:02

DFF 也是可以的 但 DFF 需要 n 个。。。DFF 用来同步

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:06

对。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:09

浪费

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:20

rc 加施密特是最好的办法（硬件）

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:24

软件就简单多了

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:35

下面讲 STM32 部分

子非鱼(41361705) 21:07:44

10K 上拉和其他小点电阻上拉区别是什么

xm_eddy(61730748) 21:07:48
什么是 DEF, 指与门吗
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:56
DFF
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:07:57
d 触发器
CrazyBingo(798007726) 21:08:09
与门能小抖动吗?
CrazyBingo(798007726) 21:08:26
小马哥 你说协处理器一直扫描 key???
神马协处理器??? 要一直扫描?? 可以用 interrupt 的啊
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:08:26
细节性的东西议会讨论
添/hanx 翼(591192280) 21:08:49
RC 电路么
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:08:51
按键就是要一直扫描的啊, 中断就太多啦
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:08:59
如果抖动, 老进中断
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:10:33
目前, cortex 分为三个系列, 分别为 M, R, A 三个系列
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:10:57
STM32 就是 M 系列中的 子系列 M3
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:11:15
A 系列大家可能都比较熟悉, 我们用的手机、ipad 等, 很多都是基于这个内核的。
嵌入式学习者(1326703841) 21:11:21
M0
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:11:36
STM32 作为 CORTEX-M3 中的一员
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:11:42
其优势非常大
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:11:58
首先, 资源比较丰富, 神马 UART, spi, i2c, adc, dac 等等, 统统都有
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:12:00
并且都很多
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:12:07
第二价格便宜
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:12:22
一个 32 位的 arm, 价格可以到 10 元以下
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:12:30
第三就是性能较高
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:12:44
72MHz 下, 其性能比他上一代的 ARM7, 高了很多。
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:13:03

这些都是套话，我们看我们的原理图，第四页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:13:28

stm32 作为《iBoard 电子学堂》的主处理器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:13:49

他通过 uart 跟 51 相连，通过总线与 CPLD(tft) 和 FPGA 相连

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:13:55

并外扩了 USB 接口。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:14:20

为了更好地运行 GUI 系统，我们增加了一片 2M 字节的 FLASH 用来保存汉字库

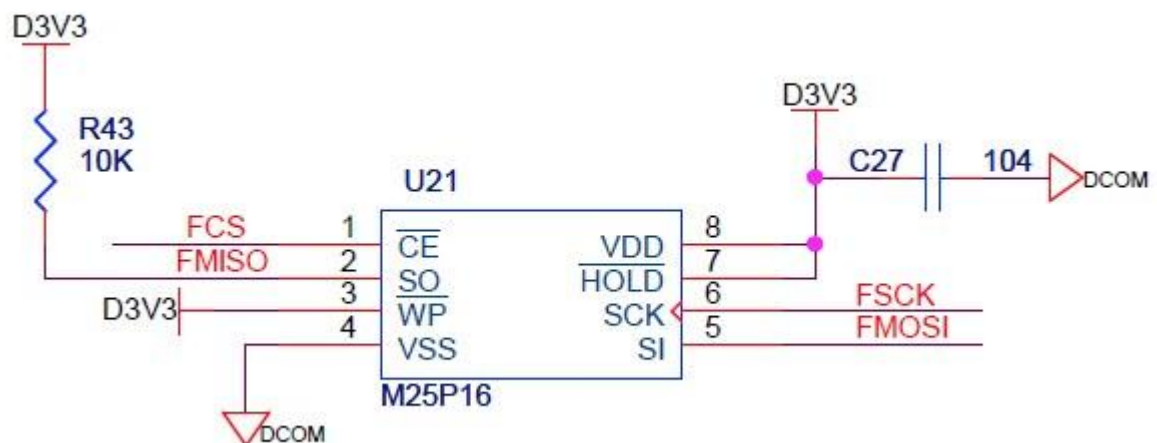
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:14:48

里面的汉字库有 宋体 16，繁宋体 16，宋体 12 黑体 24 以及开机画面等

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:15:11

FLASH 型号为 M25P16，U21

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:15:16



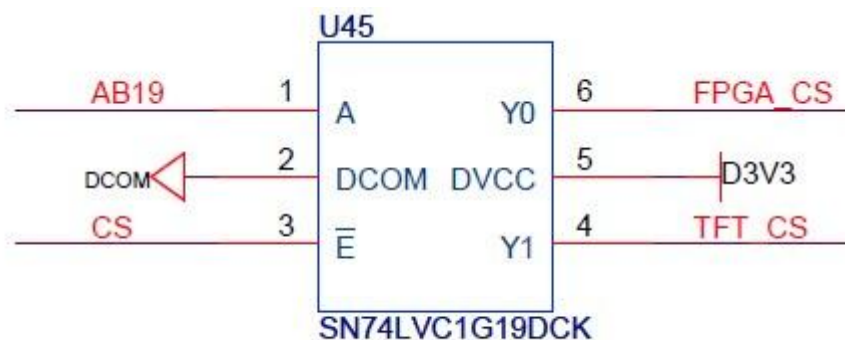
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:15:27

通过 SPI 总线，与 stm32 相连

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:16:06

由于 FSMC 的片选有限 (100 pin 的 stm32)，我们通过译码电路，来扩展空间

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:16:11



 潜龙思瑞 共享文件 1 个 21:16:21

 模块时代之 ADI 实验室电路.pdf

下载 | 查看全部

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:16:29

U45 就完成了 空间译码

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:16:49

通过 AB19 空间，译码除了 fpga 和液晶两个片选空间。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:17:28

关于 stm32 方面的学习，更多的还是软件上，我现在已经共享了好几个软件包，大家可以到论坛 www.oshcn.com 去下载

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:17:33

stm32 就说到这里

NPWBX(861992967) 21:18:12

刚刚学习

(来自手机 QQ: <http://mobile.qq.com>)

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:18:19

下面我们说一下 FPGA

无悔人生(1664911657) 21:18:37

这个，我很想听听

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:18:44

FPGA 采用了新一代的 CYCLONE 4 代

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:18:53

具体的型号为 EP4CE6

CrazyBingo(798007726) 21:19:03



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:19:12

其资源如下

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:19:29

关键字	属性或原理简介
FPGA 类型	Altera 公司新一代 Cyclone™ IV, EP4CE6E22C8N
供电系统	IO 3.3V, 内核 1.2V, 锁相环 1.2V 和 2.5V
锁相环(PLL)	2 个独立锁相环
封装	144 脚 TQFP
逻辑单元 (LE)	6272
内部存储器(RAM)	270 K (bits)
18x18 乘法器	15 个
封装及 IO	EQFP 144 脚, 用户 IO 91 个
外部存储器	8M Byte SDRAM
外部 FLASH	2M Byte, 可存储配置信息与 NIOSII 代码
外部时钟	25MHz 有源时钟
对外 IO 扩展	5 个 IO 通过扩展口对外扩展
下载与调试	JTAG

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:19:45

可以说是资源丰富, 性能强劲

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:20:08

为了便于 NIOSII 系统的学习, 我增加了一个 8M 字节的 SDRAM。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:20:33

总体上说, 这个 fpga 比他的前辈们最大的优势是锁相环和片内的 RAM

暴雨<qyigy@qq.com> 21:20:41

有 sram 吗

/aiq 灰太狼(28254042) 21:20:48

FLASH 多大的

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:20:46

锁相环功能增强了不少, RAM 提高了很多

小胖(280237474) 21:20:52



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:20:55

FLASH 2M

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:21:02

外扩的

CrazyBingo(798007726) 21:21:18

锁相环功能增强了不少? ? ? ?

无悔人生(1664911657) 21:21:21

sram, 不实用, flash 也不爽,

无悔人生(1664911657) 21:21:28

sdr 才是王道

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:21:27

增强了很多

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:21:37

内部 sram 很实用

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:21:48

就像我们电脑处理器的二级缓存一样

无悔人生(1664911657) 21:21:48

这，是个这

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:21:50

速度很快

Breadwinner(7959517) 21:22:02

sram 速度很快

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:22:03

内部 ram 也很宝贵，一般都不大

缘分(1498511747) 21:22:17



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:22:22

做高速数据缓冲、fifo 等方面的应用。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:22:41

fpga 硬件设计基本上是官方一个模式，所以这里也不多说

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:22:45

大家按照图纸来就行了

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:23:01

大家看图纸第六页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:23:14

这一页是 DAC 扩展

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:24:35

dac 扩展技术利用了 RC 电路的零输入和零状态响应，

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:24:59

通过分时复用，来达到一扩多目的

无悔人生(1664911657) 21:25:26

负载行不？

无悔人生(1664911657) 21:25:44

分时复用，能驱动起来？

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:25:48

负载能力跟后面运放缓冲有关

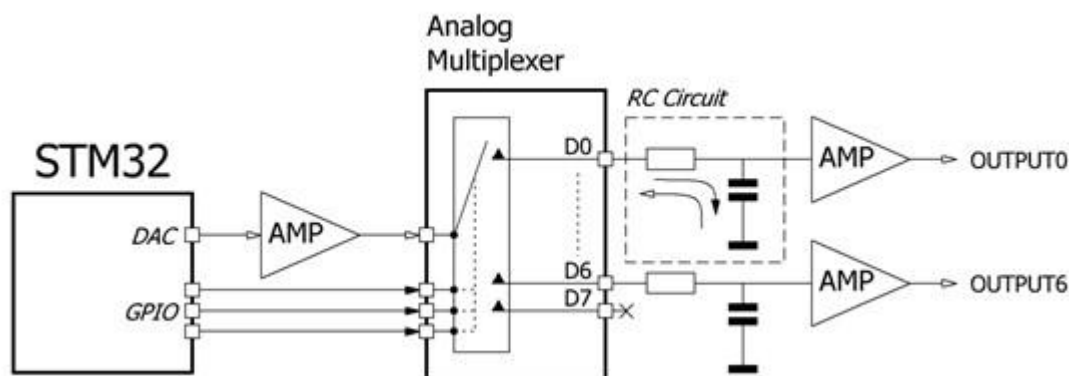
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:26:01

我说一下

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:26:09

这里用的是 JFET 输入的运算放大器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:26:55



NPWBX (861992967) 21:29:19

下面看 第七页，任意波形发生器。

xm_eddy(61730748) 21:29:34

这个 RC 能保持多久，还是通过电子开关一定时间切换一次得以保持呢

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:29:45

有公式的，

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:30:03

一直切换，不断地切换

xm_eddy(61730748) 21:30:19

咽，明白了

心理委员^_(772880135) 21:30:37

马哥 他们提问的内容要不要加入笔记中

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:30:43

第七页是一个基于 DDS 技术的，典型的任意波发生器电路图

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:30:47

加不加都行

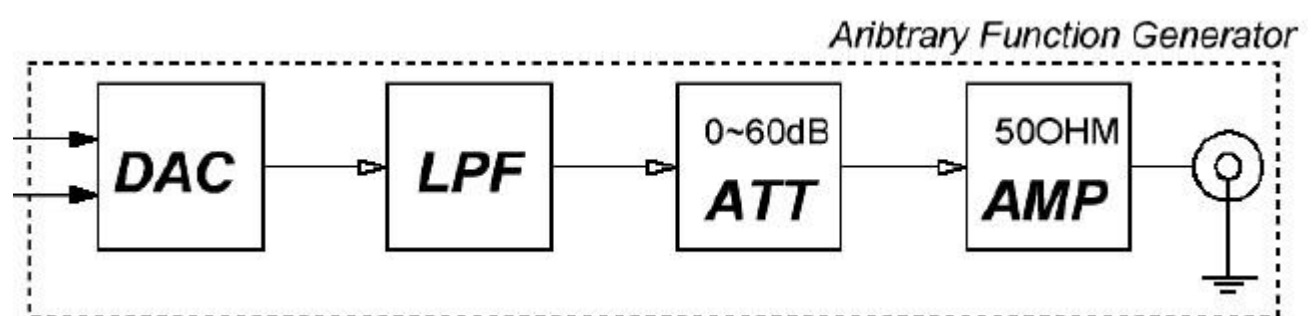
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:30:52

加上吧

心理委员^_(772880135) 21:30:57

好

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:31:05



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:31:14

任意波发生器的流程如上图所示。

潜龙思瑞(373744463) 21:31:29

DDS 是什么技术

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:31:46

dds（直接数字合成），是一个著名的频率合成技术

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:31:56

这个也会有专门的教程去解析

潜龙思瑞(373744463) 21:32:09

奥

CrazyBingo(798007726) 21:32:19

哇

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:32:23

dds 内核输出的数据，经过 高速 DA 转换，转换成模拟信号，然后通过低通滤波器 LF，在经过衰减网路，最后经过功率放大，输出

潇洒人生(511904226) 21:32:37

呵呵，我们准备比赛的时候做过 DDS

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:32:40

教程我都写好了，请大家持续关注

云淡风轻(948124155) 21:32:46



嵌入式学习者(1326703841) 21:33:02



潇洒人生(511904226) 21:33:08



/aiq 灰太狼(28254042) 21:33:18

DDS 芯片是哪个？是用 STM32 模拟控制的吗？

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:33:20

我把他说完

NPWBX(861992967) 21:33:22



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:33:26

dds 是通过 fpga 内部设计的，

潇洒人生(511904226) 21:33:35

对的

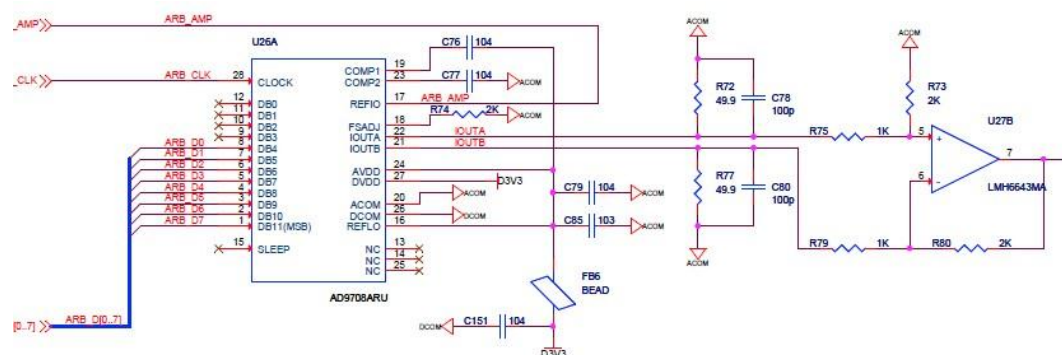
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:33:53

这个 dds 技术，不但能完成波形的发生，还能完成调制、频率扫描以及猝发（脉冲串）等功能

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:34:11

后期会有专门的教程详细与大家讲解

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:34:27



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:34:59

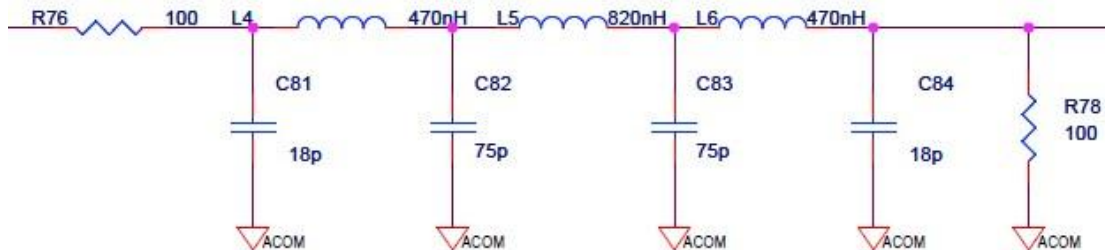
原理图

<http://files.cnblogs.com/xiaomagee/iboard.reva.pdf>

NPWBX(861992967) 21:35:15

谢谢

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:35:16



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:35:29

这一串，是一个典型的 7 阶低通滤波器的拓扑结构

iBoard 客服 0021(1908998067) 21:35:28

打不开的话去群共享里下载

/aiq 灰太狼(28254042) 21:36:21

滤波器的设计是模拟技术还是数字技术做的？

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:36:23

滤波器输出后，为了提高小信号的质量，我加了 0~60dB 的衰减网络

无悔人生(1664911657) 21:36:32

哇，你懂得太多了，我惭愧的很雅。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:36:46

滤波器技术是数学；我们这里用的是模拟滤波器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:36:49

也有数字滤波器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:37:04

我说完再提问

kobeyin(1035445040) 21:37:06

有没相关文档来计算七阶滤波器的参数？

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:37:20

等下再提问

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:37:32



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:37:46

这是一个 0~60dB 的衰减网络。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:37:58

关于常用的衰减网络类型，我也写了一篇教程，到时候与大家分享

嵌入式学习者(1326703841) 21:38:21



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:38:19

有 L 型, T 型, π 型等

无悔人生(1664911657) 21:38:47

膜拜中

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:38:48

经过衰减网络, 后面就是功率放大了

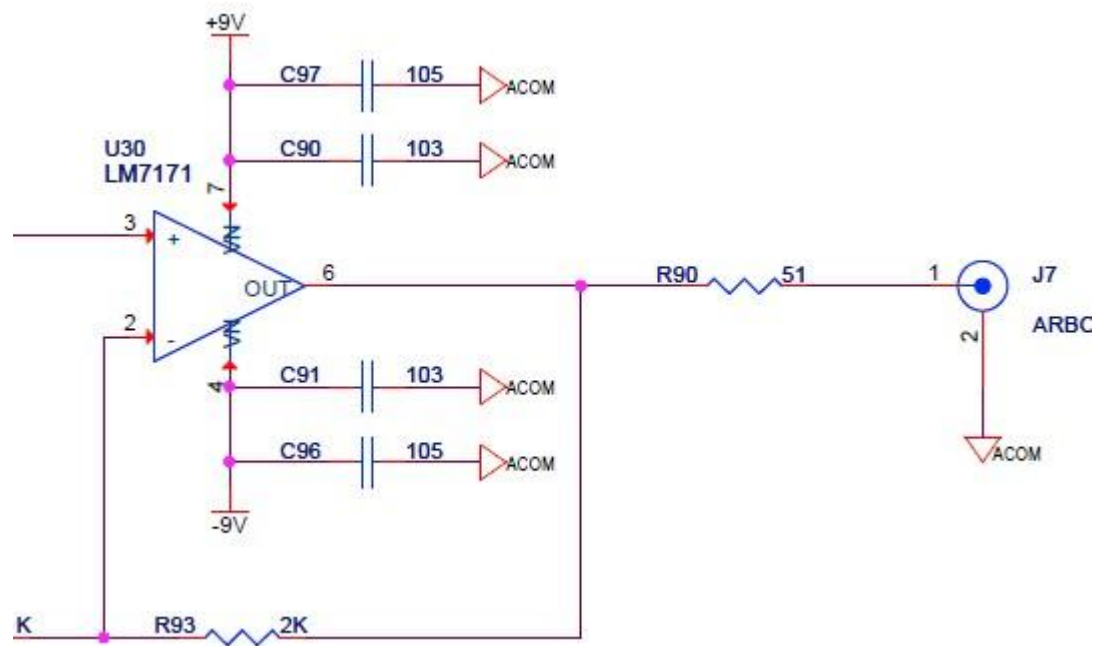
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:39:12

为了提高《iBoard 电子学堂》的实用性, 我增加了一个超强大的功率放大器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:39:25

他能提供 50 欧姆负载 (可输出 100mA 电流)

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:39:41



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:40:05

同相放大, 放大倍数为 三倍, 并叠加直流偏置

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:40:18

任意波发生器硬件就说到这里

- 天空失去了颜色(14730497) 21:40:29

小马哥 只能用 2 个字形容

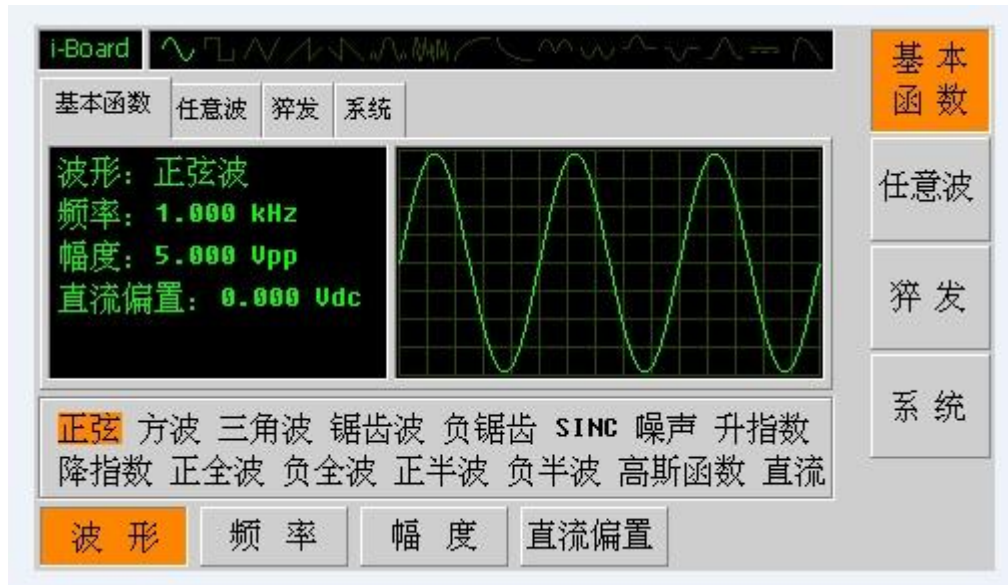
谢谢

虽能没买开发板

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:40:25

我贴个图

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:40:49



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:40:52

这是软件界面

加油, 闫齐阳! <yqyq31601099@163.com> 21:41:31

stm 做的界面么

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:41:31

这套任意波发生器电路, 完成了商业化仪器的大部分功能

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:41:38

stm32 做的界面

添/hanx 翼(591192280) 21:41:46

小马哥, 给我们初学者一些建议, 如何能修炼成你的那种水平

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:41:53

好好听课啊

嵌入式学习者(1326703841) 21:42:09



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:42:09

还有连个大部分, 我接着讲

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:42:12

两个

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:42:37

第八页是 I/O 扩展, 我们分别扩展了一路 DAC, 两路 ADC 和五路数字 IO, 这个就没啥可讲的啦

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:42:41

下面看第九页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:43:02

第九页是一个《交直流自动量程电压表》的模拟前端

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:43:16

有的网友问我

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:43:23

为啥不吧测电流、测电阻的功能都加上呢

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:43:54

其实呢，作为一个优秀的教学系统，我们既要提供典型的应用，又不能使得电路太复杂、臃肿

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:01

所以，我只保留了电压的测量功能。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:15

电流、电阻的测量，最终都是转化成电压测量的

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:26

电流输入后，经过电阻采样，变成电压

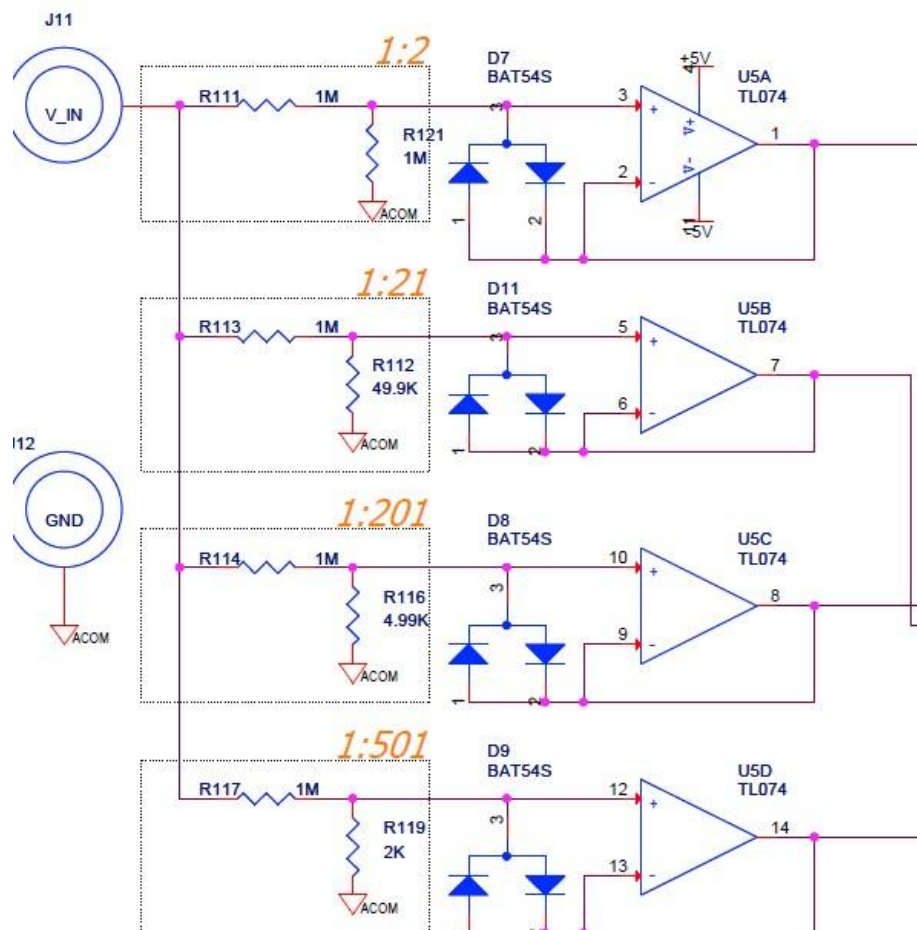
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:43

恒流源输出，经过电阻，会产生一个电压

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:46

最终都是“测电压”

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:44:56



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:45:06

大家把聊天窗口最大化

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:45:13

可以看到这个图，是前端分压量程

潇洒人生(511904226) 21:45:23

呵呵，早就最大化了

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:45:50

这似的我们的这个表，即能测量 0.1V 这么小的电压，又能测量高达 500V 的电压

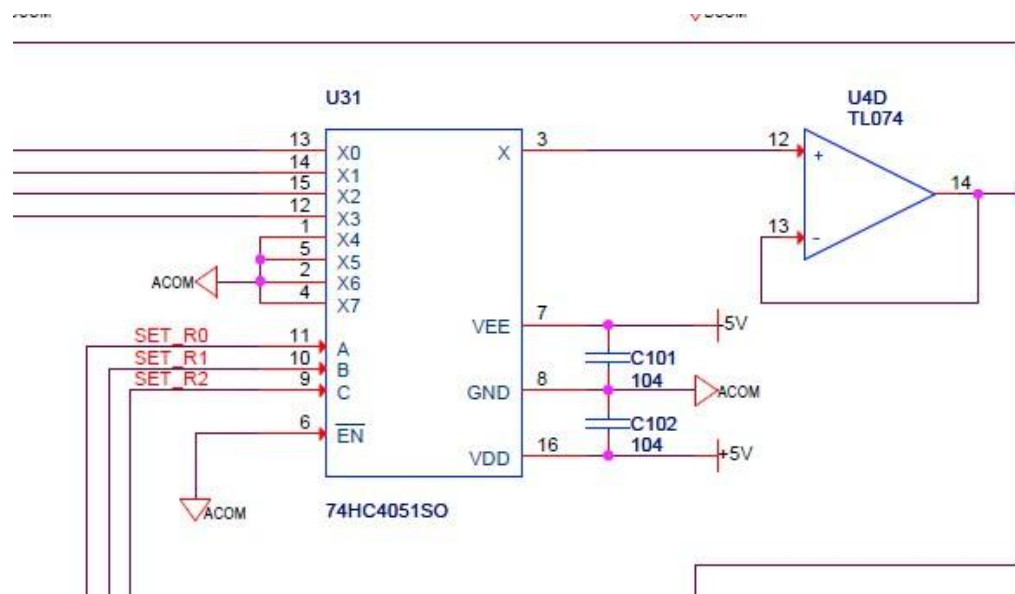
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:46:11

并且带有过压保护。电压高了越不会损坏器件

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:46:42

多量程电压输入后，进入多路开关选择，然后通过一级缓冲，开始分叉。分为交流和直流两部分

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:47:04



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:47:21

这是扩路开关，前面的 X0~X7 是输入端，后面的 X 是输出

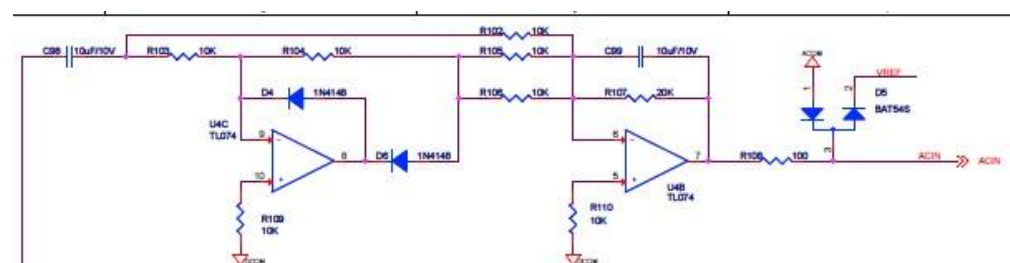
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:47:35

经过 U4D 的缓冲后，兵分两路

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:48:01

一路进入精密整流电路（交流测量），一路叠加一个直流电平，作为直流测量端

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:48:08



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:48:18

这个电路是一个典型的精密整流电路。并带有滤波

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:48:32

通过它，可以把交流变成直流

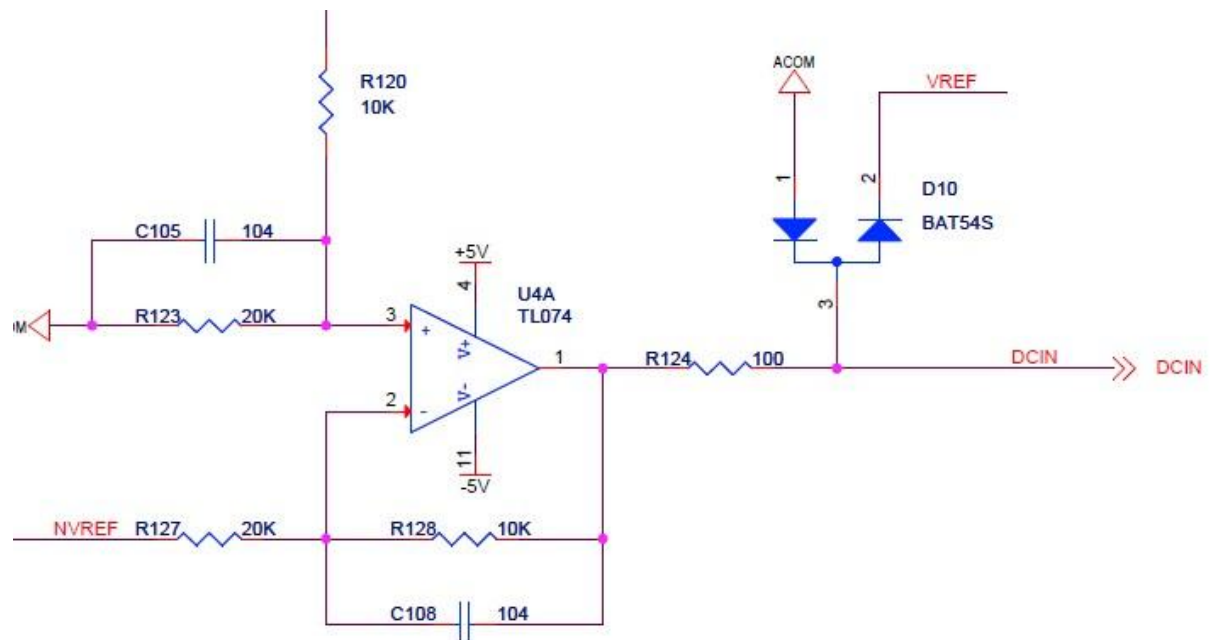
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:48:41

市面上很多表头就是这样做的

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:49:12

由于我们要测量负压，而 ADC 不能输入负电压，所以我们要叠加一个固定的直流分量。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:49:18



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:50:06

交直流电压表的功能，软件的依赖性很大，我们要通过软件自动判别量程，还需要校准等等。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:50:28

软件代码已经共享了，可以再论坛 www.oshcn.com 下载，具体的代码讲解，以后会推出。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:50:46



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:50:54

这个就是电压表的图形界面

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:50:58

也是用 stm32 做的。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:51:20

截图其实很清晰，发到群上就模糊了。

xm_eddy(61730748) 21:51:24

如何自动判别量程

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:51:33

利用 stm32 12bit adc，我们做到了 三位半的精度，

iBoard 客服 0021(1908998067) 21:51:39

等下再提问

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:51:46

判量程很简单

xm_eddy(61730748) 21:51:47

好

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:04

就是过压了，就增大量程，太小了，就减小量程。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:12

具体的程序请参考共享的 demo 工程。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:21

电压表就讲到这里

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:29

时间不早了，我抓紧讲，还有两部分

加油，闫齐阳！<yqyq31601099@163.com> 21:52:37

电压表 中有用到 fpga 么

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:40

木有

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:49

首先说第 11 页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:52:58

也就是 CPLD 和液晶驱动那一页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:53:17

我们利用了极具性价比的 MAXII cpld，做了一个典型的 TFT 驱动器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:53:24

以上的屏幕截图，都是用它驱动的。

CrazyBingo(798007726) 21:53:43

终于等到我懂的了

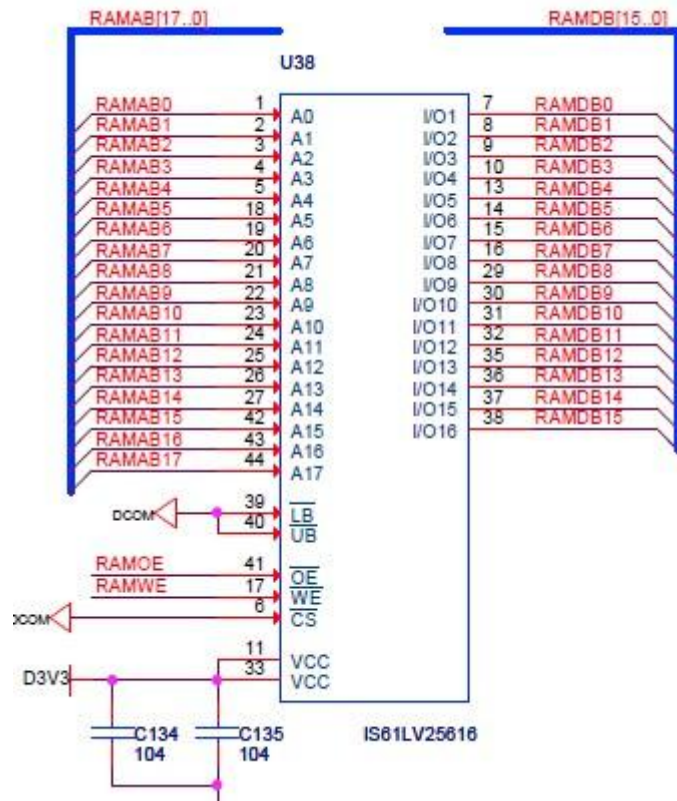
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:53:45

除了 CPLD，还包含以下两各部分

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:53:55

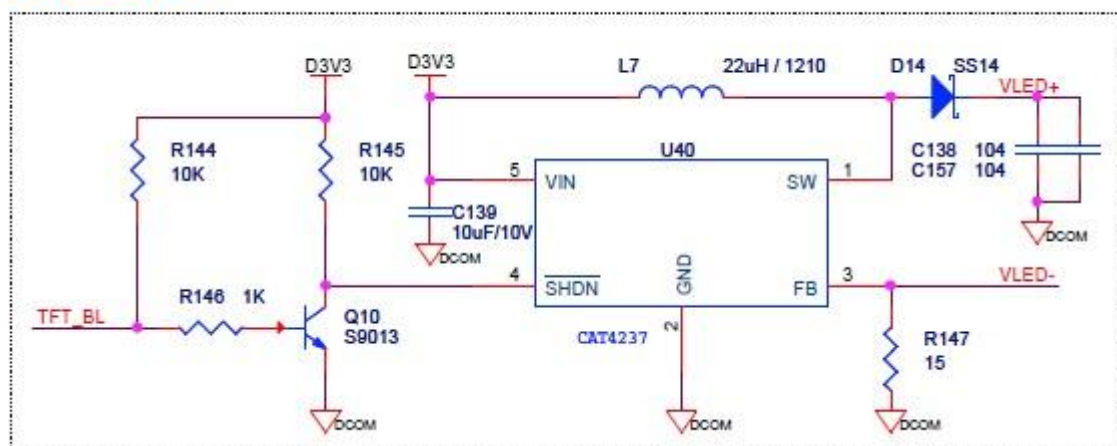
第一：显示存储器（显存）

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:01



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:15
 通过一片 SRAM，完成了 TFT 的双缓冲，
 王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:23
 我们眼睛看到的内容，都存在于这里面
 王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:31
 第二： BOOST 升压电路
 王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:36

BACK LIGHT



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:54:51
 我们通过一个 boost 芯片，完成液晶背光（白光 LED）的驱动
 王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:55:03

并且可以通过 STM32 的 pwm, 来调节背光亮度。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:55:24



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:55:33

这一个图形界面里, 就有背光亮度的调节菜单

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:56:08

电子产品中, CPLD 是一个极具性价比, 并且非常有用的器件

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:56:21

大家要注意学习

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:56:38

下面说一下我们最后一个模块: 数字存储示波器

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:56:50

把图打到 第十页

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:57:22

数字存储示波器可以说是最常用的电子仪器, 没有之一

Breadwinner(7959517) 21:57:25

能不能讲下 lcd 的上电时序的控制

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:57:31

不管什么领域都要用到它

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:57:46

具体的 LCD 驱动代码, 周末会公布, 到时候你一看就明白了

小白(561622800) 21:58:00

那个 LCD 的 datasheet 有说明

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:58:13

《iBoard 电子学堂》从硬件到软件都是开源的, 请大家持续关注

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:58:34

数字存储示波器的应用和原理, 是每个电子工程师必须要掌握的

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:59:07

iBoard 中的数字存储示波器, 我是在商业化仪器的基础上, 精简得来的。保留了基本的功能

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:59:11

它分为五部分

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 21:59:53

第一：交流直流切换

第二：输入衰减

第三：程控增益放大

第四：触发电路

第五：AD 转换电路

全齐(570018961) 22:00:19



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:00:21

麻雀虽小，五脏俱全啊

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:00:35

我一个个的讲解

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:00:52

第一：交流/直流切换，也就是耦合方式。

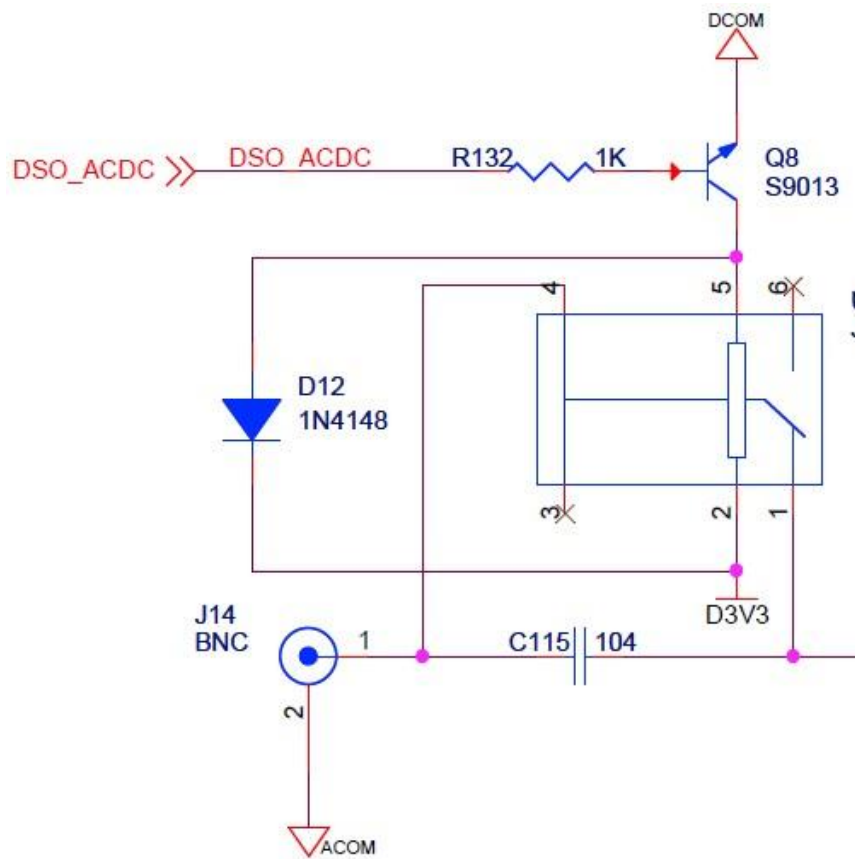
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:01:23

示波器中，这一部分一般都放到最前端，不同的测量领域就会用到不同的耦合方式。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:01:42

例如，我们要测量一个直流电源的纹波，则打到交流耦合比较好

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:01:50



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:02:03

我们通过一个继电器，完成了交流/直流耦合的切换

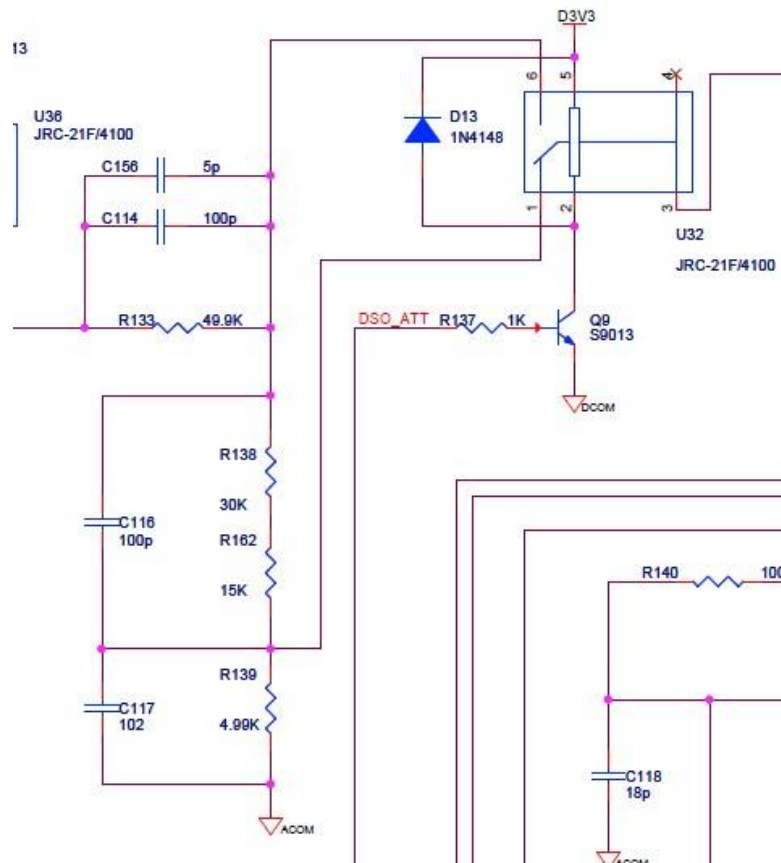
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:02:18

第二：输入衰减。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:02:38

针对不同的量程，我们做了两级输入衰减，如图所示。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:02:45



王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:02:57

继电器 U32，完成了衰减的切换。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:03:15

得益于这个，我们得示波器电压量程可以达到如下档位。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:03:32

电压量程 (满格)	40V , 16V , 8V , 4V , 1.6V , 0.8V , 0.4V , 0.16V , 0.08V
电压量程 (单格)	5V , 2V , 1V , 500mV , 200mV , 100mV , 50mV , 20mV , 10mV

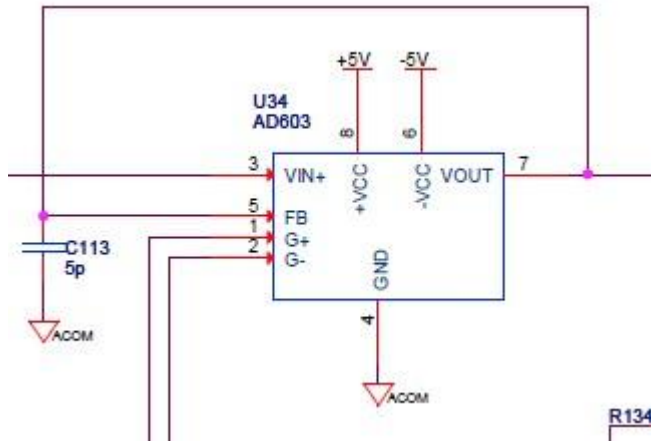
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:03:55

第三：程控增益放大

通过一个 VGA (程控增益放大器) 芯片，经过 DAC 控制，完成了 $-10\text{dB} \sim +30\text{dB}$ 的放大。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:04:58

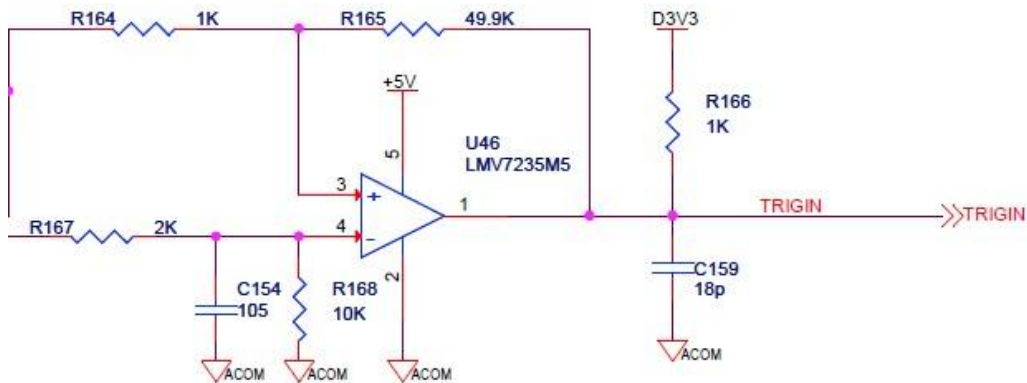
这里说一下，放大和衰减是配合工作的，他俩配合，才能完成上表中的电压量程。



程控增益放大器，AD603，感兴趣的同学，可以去看看他的数据手册
第四：触发电路

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:06:13

数字存储示波器显示过程中，我们看到的其实是间歇性的信号
所以，什么时候开始采样、显示，就决定了整个示波器的视觉效果
如果触发不好，则波形抖动、闪烁
我们通过一个高速的电压比较器，完成了上升沿和下降沿的触发



电路图如下。

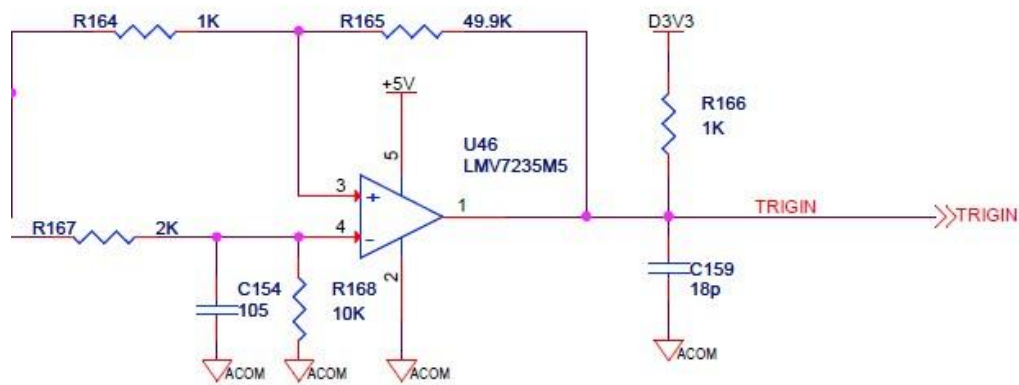
王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:07:35

模拟信号和直流电平相比较，输出一个数字信号，然后进入 FPGA，完成采样控制。

第四：触发电路

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:06:13

数字存储示波器显示过程中，我们看到的其实是间歇性的信号
所以，什么时候开始采样、显示，就决定了整个示波器的视觉效果
如果触发不好，则波形抖动、闪烁
我们通过一个高速的电压比较器，完成了上升沿和下降沿的触发



电路图如下。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:07:35

模拟信号和直流电平相比较，输出一个数字信号，然后进入 FPGA，完成采样控制。

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:08:55

最后一部分也是最重要的一部分，就是 AD 转换器

这里用的是 AD9280

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:09:28

它提供最高 32M 的采样率。其实我们也可以超频应用，超频到 50M

数字存储示波器的电路就说完了，配合 fpga 采样控制和 stm32 的操作界面，我们就能完成一个非常实用的示波器功能

王紫豪-XiaomaGee(15959622) 22:09:28

它提供最高 32M 的采样率。其实我们也可以超频应用，超频到 50M

数字存储示波器的电路就说完了，配合 fpga 采样控制和 stm32 的操作界面，我们就能完成一个非常实用的示波器功能