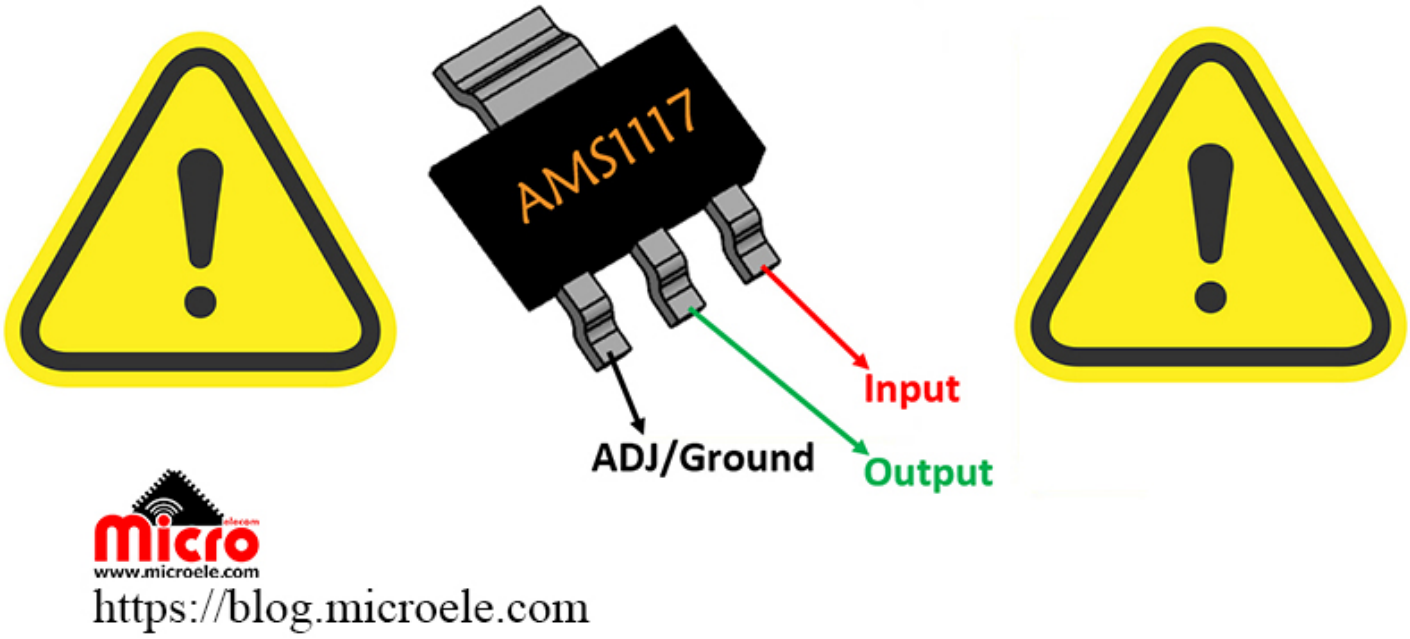
نکته بسیار مهم در طراحی با رگولاتور های سری AMS1117



تاریخ انتشار۲۱ فروردین, ۱۴۰۰ توسط سعید جعفری

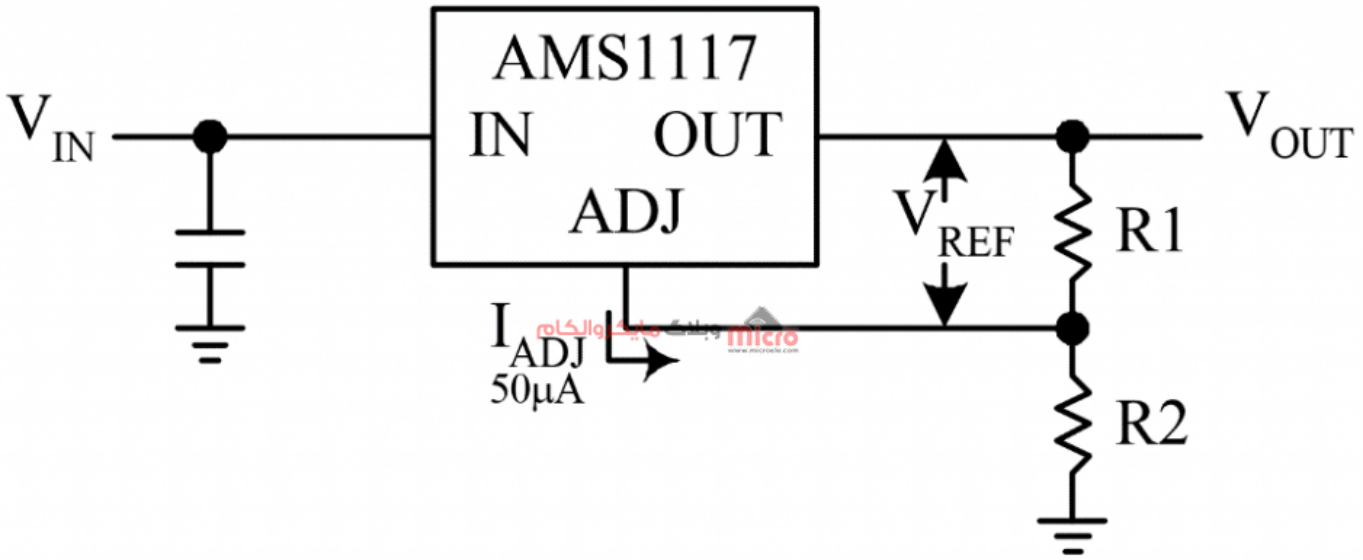
با سلام خدمت همه دوستان گرامی. تقریبا در تمام مداراتی که تغذیه همه یا بخشی از آنها ولتاژ هایی از جمله 1.2، 3.3 و 5 ولت هستن، سر و کله رگولاتور های خطی در گوشه کنار این مدار ها پیدا میشه. در بین رگولاتور های خطی موجود در بازار، سری AMS1117 از محبوبیت خاصی برخوردار هستن. دلیل این محبوبیت هم مجموعه ای از ویژگی های خوب برای یک رگولاتور مانند ظرفیت جریان بالا در نوع خود، تنوع بالا در مدل های ولتاژ ثابت، پکیج SMD و در نهایت قیمت بسیار مناسب آنها می‌باشد.

این رگولاتور ها، به سادگی بکارگیری معروف هستند. به طوری که ولتاژ بالاتر رو به ورودی میدید و خروجی رو از پایه دیگه دریافت می کنید. به همین راحتی و آسونی! البته برای مدل متغیر، یک محاسبه کوچولو برای مقاومت های تنظیم ولتاژ خروجی نیاز داره که کار ساده ایه.

روش محاسبه مقاومت

من قصد نداشتم در این مطلب به روش محاسبه مقاومت ها برای تعیین ولتاژ خروجی بپردازم. اما چون نکته اصلی این مطلب که در ادامه باید بهش توجه کنیم، به محاسبه این مقاومت ها ربط پیدا میکنه، اول مروری روی روش محاسبه این مقاومت ها خواهیم داشت.

مدار زیر، نحوه اتصال و فرمول محاسبه مقاومت های خروجی به رگولاتور را نشان میدهد:



$$V_{OUT} = V_{REF}(1 + R2/R1) + I_{ADJ}R2$$

نحوه محاسبه مقاومت های رگولاتور خطی *AMS1117*

در فرمول ولتاژ خروجی، معمولا به دلیل ناچیز بودن مقدار I_{ADJ}، از بخش دوم فرمول صرف نظر میکنیم. مقدار V_{REF} هم طبق دیتاشیت برابر 1.25 ولت می‌باشد. که باید آن را در محاسبات خود لحاظ کنیم.

برای مثال، مقدار مقاومت ها برای ولتاژ خروجی 3.3 ولت طبق فرمول به ترتیب R2=2.2KΩ و R1=1.3KΩ محاسبه خواهند شد. خب تا اینجا همه چیز اوکیه و مدار رو میسازیم و به میکروکنترلر وصل میکنیم و روشن میکنیم. اما با کمال تعجب میبینیم میکروکنترلر مدار بعد از مدتی کار کردن سوخت!!! چی شد؟! سردرگم دنبال مشکل، با اندازه گیری ولتاژ بخش های مختلف مدار، متوجه می شیم که ولتاژ خروجی رگولاتور به جای 3.3 ولت، مقدار بالاتری داره!

خب اولین حدس ما درباره سوختن رگولاتور هست که ایی داد، قطعه فیک بهمون فروختن و... . ولی باید بدونیم که در این مرحله، مشکل از رگولاتور نیست و این ما هستیم که یک نکته مهم رو در طراحی رعایت نکردیم! ولی شاید بگید ما که محاسبات ولتاژ خروجی رو درست انجام دادیم پس مشکل از کجاست؟

در اینجا یکی از مصادیق اهمیت دیتاشیت خوانی "دقیق" روشن میشه! میپرسید چطور؟ پس تا آخر مطلب با من همراه باشید.

دیتاشیت خوانی رگولاتور AMS1117

در دیتاشیت AMS1117 در جدول مشخصات الکتریکی قطعه، یک ردیف وجود داره که با عبارت Minimum Load Current مشخص شده است. این مشخصه به ما میگه که "حداقل جریان بار" باید چقدر باشه. حداقل جریان؟ ممکنه با خودتون بگید تا الان فقط حداکثر جریان مجاز قطعه برامون مهم بوده و اصلا نمی دونستیم حداقل جریان هم مهمه!

این سری از رگولاتورها (و احتمالا در بعضی از سایر رگولاتور های خطی) برای ثبات در عملکرد خود و ثابت نگاه داشتن ولتاژ خروجی روی مقدار محاسبه شده، باید مقداری جریان به طور مداوم از خروجی آنها کشیده شود و اگر در شرایطی، جریان مصرفی مدار از مقدار مشخص شده در دیتاشیت کمتر شود، ولتاژ خروجی رگولاتور ممکن است ناپایدار شده و حتی افزایش یابد.

I_{Limit}	Current Limit	V_{IN}-V_{OUT}= 2V, T_j=25℃	1.1	1.5		A
	Minimum Load Current (Note 4)	AMS1117-ADJ 1.5V<=(V_{IN}-V_{OUT})<=10V	10			mA
	Quiescent Curent	V_{IN}=V_{OUT}+1.25V		5	**13**	mA
	Thermal Regulation	T_A = 25°C, 30ms pulse		0.01	**0.1**	%/W
	Ripple Rejection	f=120Hz,V_{IN}-V_{OUT}=3V, V_{Ripple}=1V_{PP}	**60**	72		dB
	Adjust Pin Current			50	**120**	µA
	Adjust Pin Current Change	1.5V<=V_{IN}-V_{OUT}<=7V, 10mA<=I_{OUT}<=1A		0.2	**5**	µA
	Temperature Stability			0.5		%
	Long Term Stability	T_A = 125°C, 1000hrs.		0.3		%

حداقل جریان بار رگولاتور خطی *AMS1117*

در دیتاشیت رگولاتور AMS1117 این مقدار حدود 10 میلی آمپر مشخص شده است. بنابراین اشتباه ما در محاسبات مقاومت های خروجی اینجا بود که جریان مداوم خروجی در حالتی که مصرف مدار به حداقل میرسید (مثلا حالت خواب میکروکنترلر و استندبای مدار)، به کمتر از حد مجاز میرسید.

2.2K+1.3K)/3.3) = 0.9 میلی آمپر

این مساله باعث افزایش بیش از حد ولتاژ خروجی رگولاتور و آسیب به مدار می شود. برای حل این مشکل، باید در زمان محاسبه مقاومت های خروجی رگولاتور، محدوده آنها را به گونه ای انتخاب کنیم که جریان عبوری از آنها برابر با حداقل مقدار گفته شده در دیتاشیت باشد. به عنوان مثال، طبق فرمول اگر مقدار R1=90Ω و R2=150Ω انتخاب کنیم، ولتاژ خروجی برابر 3.3 ولت خواهد شد. در عین حال جریان مداوم خروجی، در حالت بی باری برابر 3.3V/240R=13mA خواهد بود که مقداری بیش از حداقل مقدار گفته شده در دیتاشیت می‌باشد. به این ترتیب میتوان اطمینان داشت که در مواقعی که جریان مصرفی مدار به حداقل میرسد، رگولاتور در محدوده پایدار به کار خود ادامه خواهد داد.

نکته عملی: در مثال بالا، مقدار مقاومت 90 اهمی استاندارد نبوده و با استفاده از موازی کردن دو عدد مقاومت 180

اهمی به راحتی قابل ساخت می‌باشد.

در رگولاتورهای مدل ولتاژ ثابت مثل AMS1117-3.3 و... به دلیل وجود مقاومت های داخلی، احتمال رخداد این مساله کمتر می‌باشد. اما با توجه به اینکه در دیتاشیت قطعه، مقادیر این مقاومت ها گفته نشده، بهتره برای اطمینان، یک مقاومت در خروجی رگولاتور برای ایجاد جریان مناسب طبق دیتاشیت، قرار داده شود. مثلا برای رگولاتور AMS1117-3.3 در طراحی مدار در خروجی یک مقاومت 330 اهم بین پایه خروجی رگولاتور و GND قرار دهید.

نکته عملی: مواقعی که برای تولید چند ولتاژ مختلف، دو یا چند رگولاتور با هم سری میشن، نیاز نیست که به خروجی هر رگولاتور یک مقاومت به زمین وصل کنیم. کافیه یک مقاومت به خروجی رگولاتور آخر وصل شود. مثلا اگر ولتاژ ورودی تغذیه به رگولاتور 9 ولت و بعد به گولاتور 5 ولت و بعد به رگولاتور 3.3 ولت وصل شده، کافیه مقاومت بار بر اساس آخرین ولتاژ یعنی 3.3 ولت محاسبه و به خروجی رگولاتور 3.3 ولت وصل کنیم. در این صورت حداقل جریان از همه رگولاتور های قبلی هم کشیده شده و همه رگولاتور در حالت پایدار قرار خواهد گرفت.

نتیجه گیری

رگولاتورهای سری AMS1117 که به دلیل مشخصات خوب و قیمت مناسب آنها، در بین طراحان مدار های الکترونیکی خصوصا مدار های میکروکنترلری طرفداران زیادی دارد. این رگولاتور دارای یک مشخصه مهم به نام "حداقل جریان بار مجاز" می‌باشد. که اگر این مقدار در طراحی و محاسبات رعایت نشود، باعث ناپایداری خروجی یا افزایش غیر طبیعی ولتاژ خروجی آنها می‌شود.

برای اطمینان از عملکرد پایدار رگولاتور، باید جریان حداقلی بر اساس مقدار مشخص شده در دیتاشیت (در مثال ما 10 میلی آمپر) همیشه از خروجی کشیده شود. این جریان با استفاده از مقاومت های خروجی در مدل های AMS1117-ADJ و با قرار دادن یک مقاومت ثابت در خروجی رگولاتور در مدل های ثابت مثل AMS1117-3.3 برقرار می‌شود.

امیدوارم که این مطلب مورد رضایت شما قرار گرفته باشد. چنانچه در این خصوص سوال، نظر و یا اطلاعات بیشتری دارید، آن را از قسمت کامنت ها با ما در میان بگذارید تا در اسرع وقت پاسخ داده شود و از تجربیات و اطلاعات شما هم استفاده شود.