

알짜 자료실 >

제품 전원 입력부 설계방법 - 전원 Overshoot 에 주의하자 !!!


 브레인 예비군 V + 구독 1:1 채팅

인기행버 2022.10.25. 17:51 조회 1,590

댓글 43 URL 복사

오늘은,....

회로 설계시 흔히 저지르기 쉬운 실수중 하나인 전원 입력부 설계방법에 대해 짧은 글을 하나 작성해 보겠습니다. 사실 너무나 쉽고, 흔한 회로라서 많은 분들이 간과하고 넘어가고 또, 실제로 별 탈 없이 넘어가기도 합니다만, 어찌어찌 하다보면 심하게 발목을 잡는 상황이 올 수도 있는지라.... 조금 자세히 한번 살펴보도록 하겠습니다.

장치내에 장착된 배터리로 전원을 공급받는 경우라면 별 문제가 없겠습니다만, 많은경우 아답터나 긴 전선을 이용해 장비에 전원을 공급하게 됩니다.

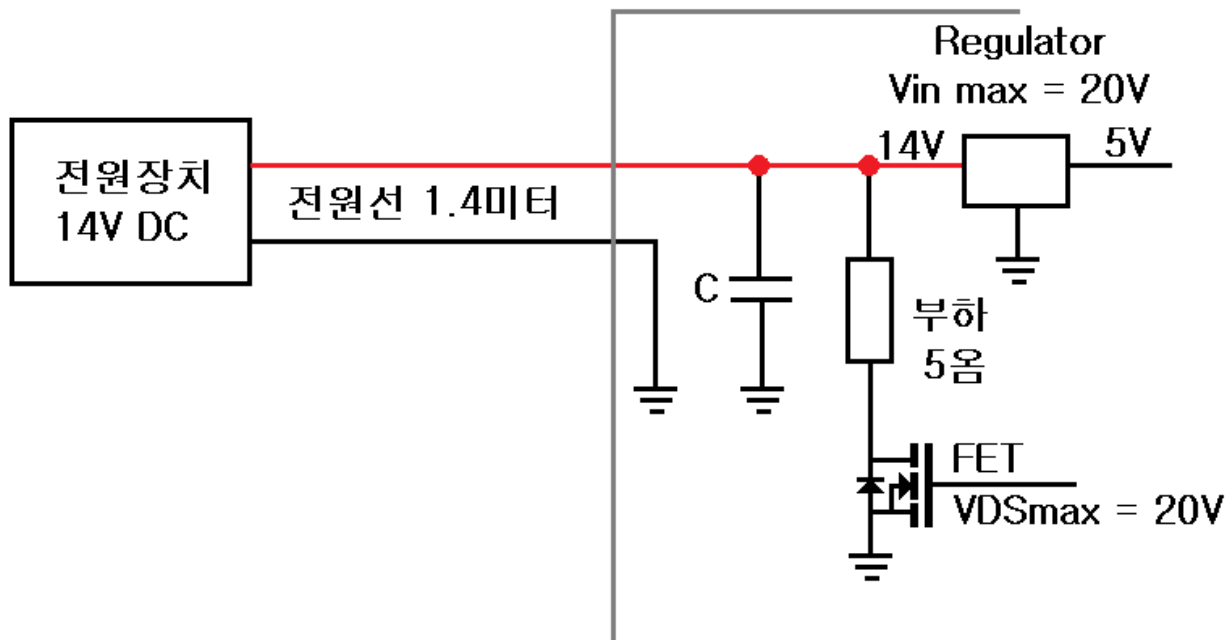
문제는 그 긴 전원선이 inductance 성분을 갖고 있을수 밖에 없다는 점입니다.

길면 길수록 inductance도 커져가기만 합니다.

그 큰 inductor 와 장비 전원 인입부에 설치된 bypass capacitor 가 만나면 L-C 회로가 되어 버리고 전원 투입순간 Overshoot 이 발생하게 됩니다.

전원선이 그렇게 길지 않아도 노이즈를 잡겠다고 Ferrite Bead나 Inductor 를 넣어봤다면 긴 전원선과 동일한 결과를 얻게 되겠구요.

만일 아래 회로에서 C = 4.7uF MLCC 를 사용하고 있다면, 과연 이 회로는 정상적으로 동작할수 있을까요?



전원 투입시 C 양단의 전압을 측정해 보았습니다.

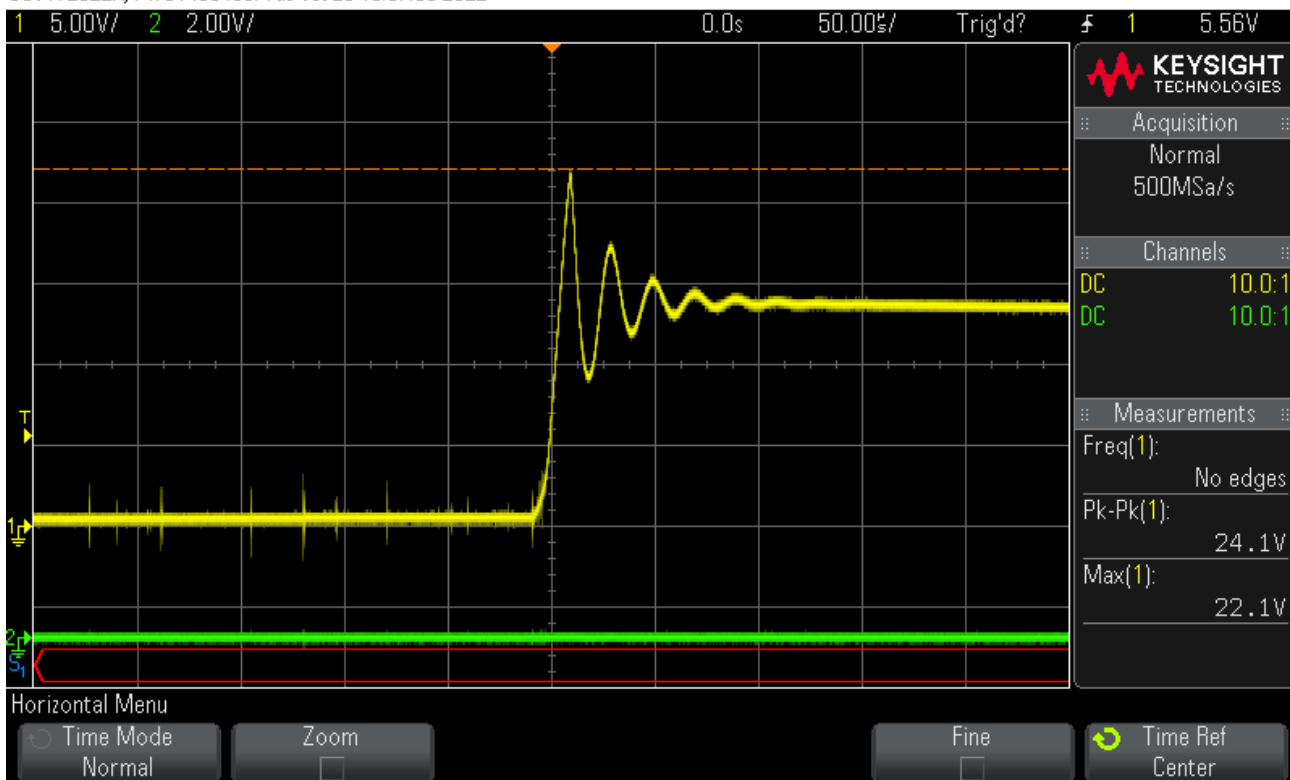
무려 22.1Volts 까지 overshoot 이 발생하는군요. ^^;

FET와 Regulator 는 이미 사망각이 나옵니다. ㄷㄷ

제품을 개발하는 실험실에서는 고장이 잘 안날지 모르지만, 생산 line에서 일정부분 불량율을 보일테고, 제품이 소비자

손에 전달되고 일정 시간이 지나면 슬슬 한개 두개씩 망가지는 제품이 나오겠지요.

DSO-X 2022A, MY51450453: Tue Oct 25 16:57:39 2022



C를 1uF MLCC로 바꿔봅니다.

DSO-X 2022A, MY51450453: Tue Oct 25 17:29:11 2022

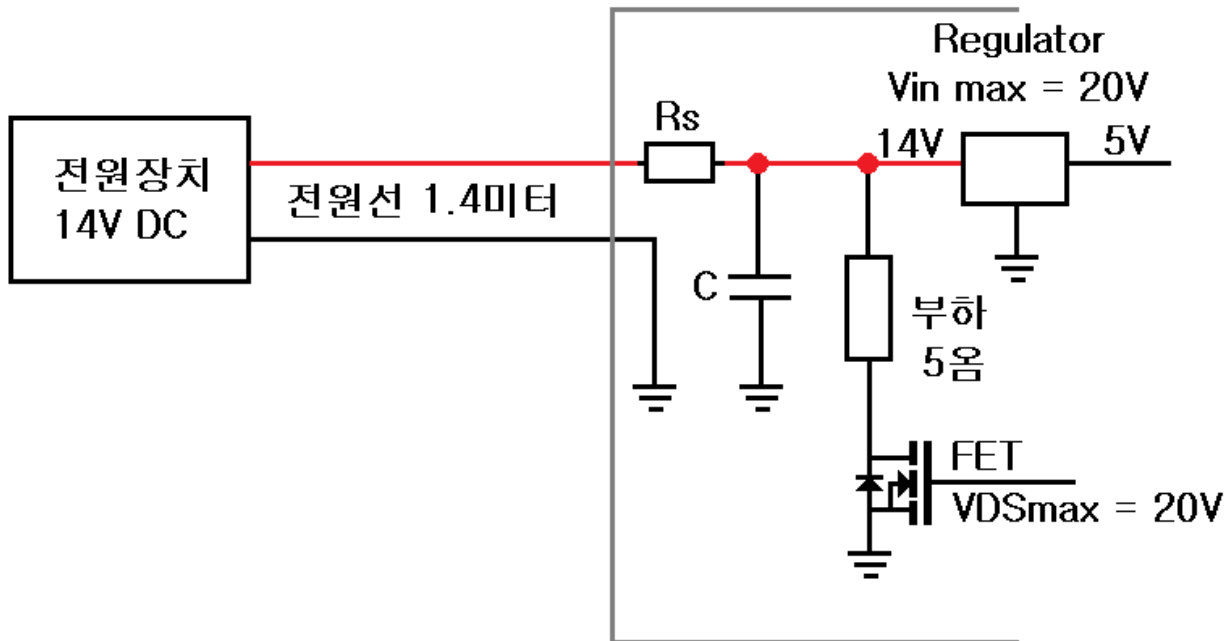


뭐,... 별 효과가 없습니다.

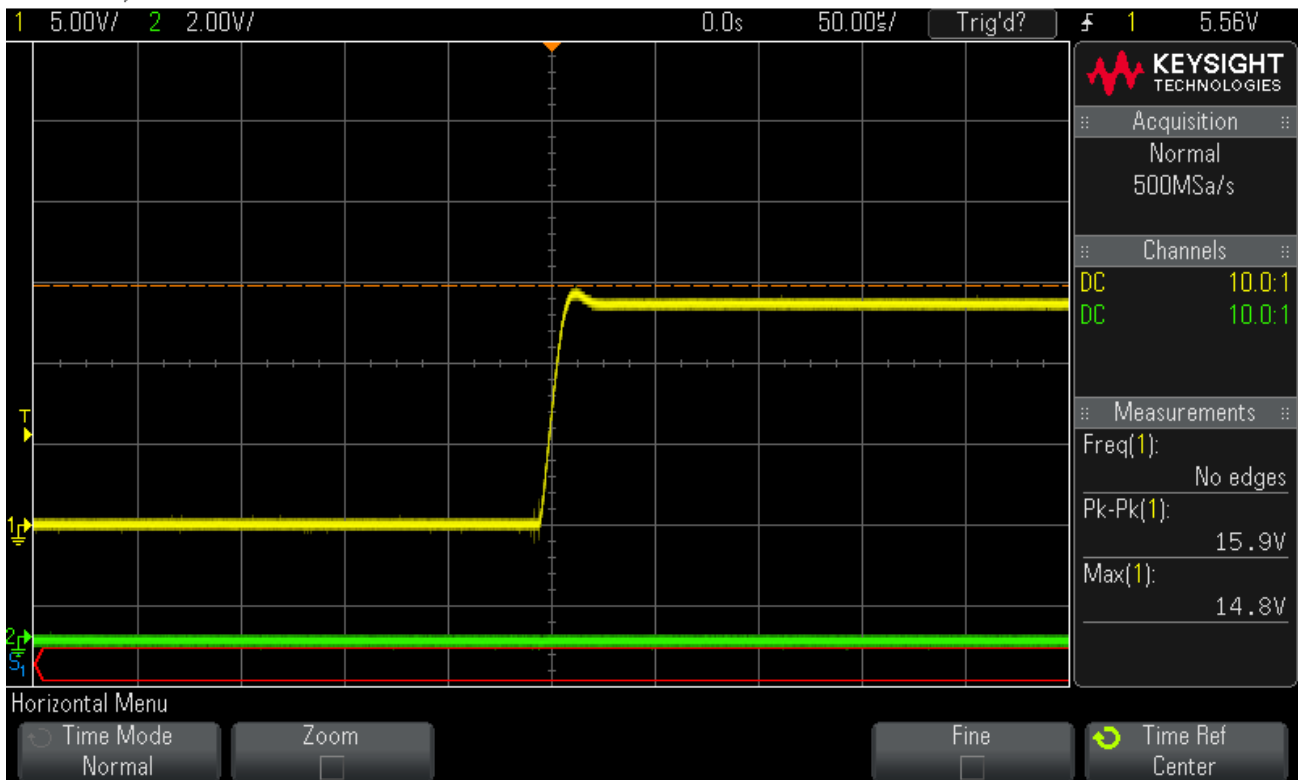
이런 overshoot은 전원선이 갖고있는 inductance와 MLCC의 ESR에 의한 현상이기에 L-C charge loop의 Q를 낮춰주지 않고서는 피할길이 없습니다.

따라서, 해결 방법은 사실.... 간단합니다.

전원 공급라인에 직렬로 저항을 넣어주거나...

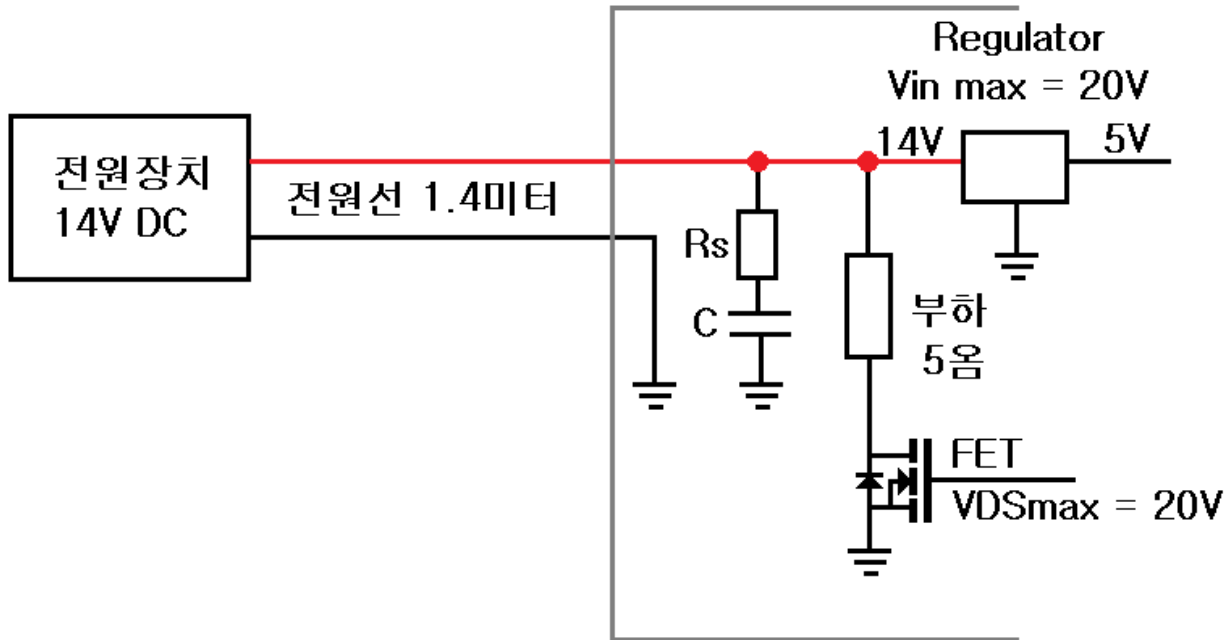


DSO-X 2022A, MY51450453: Tue Oct 25 17:07:19 2022

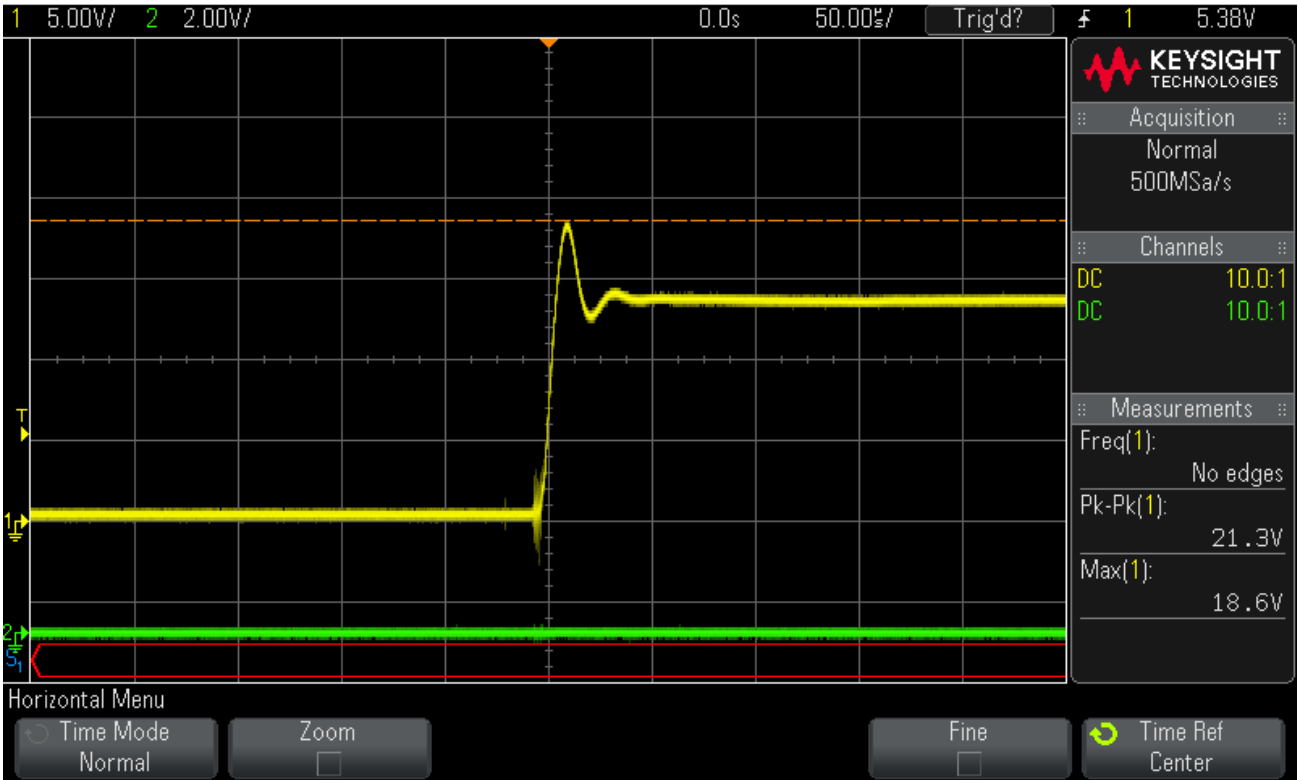


전원에 직렬로 연결된 $R_s = 1$ 옴일때 전원 투입시 4.7 μ F MLCC 양단의 전압변화

MLCC의 ESR을 높여주기 위해 MLCC와 직렬로 저항을 넣어주거나...



DSO-X 2022A, MY51450453: Tue Oct 25 17:45:20 2022

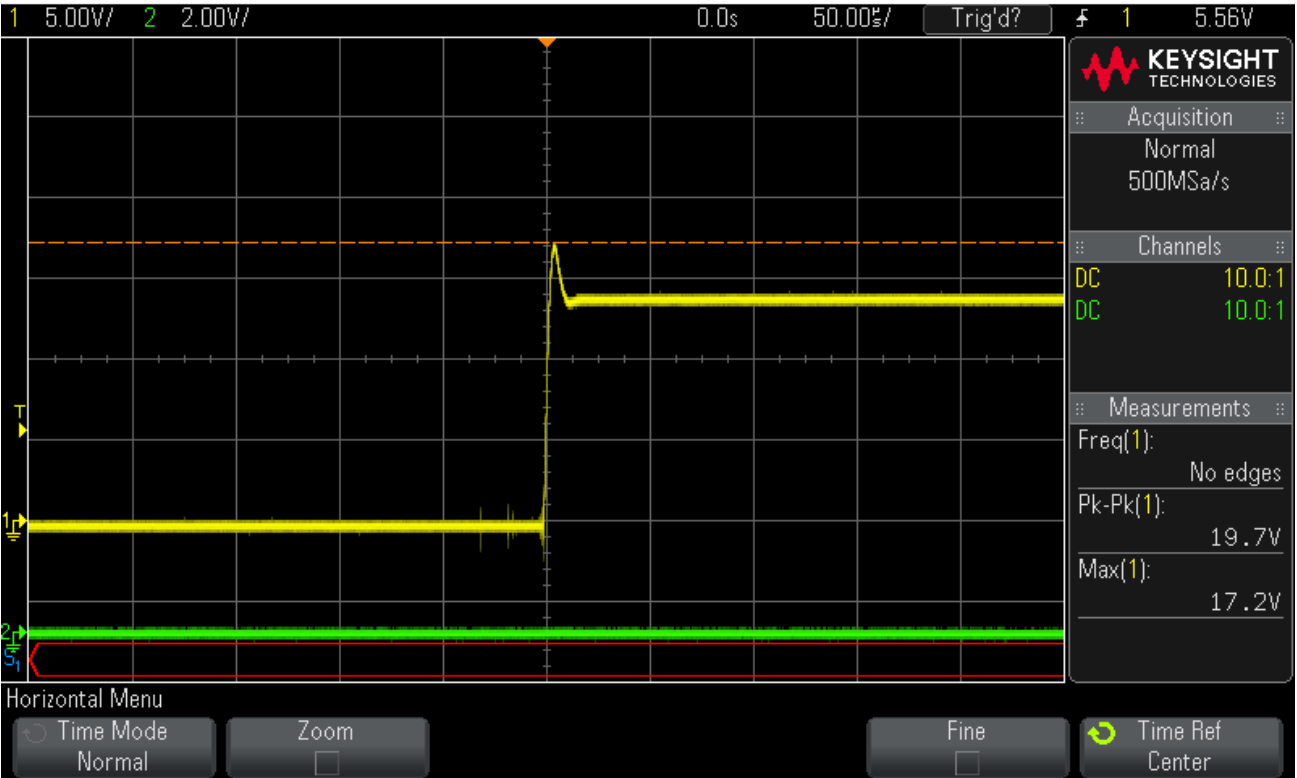


MLCC와 직렬로 연결된 $R_s = 0.5$ 옴일때 전원 투입시 4.7uF MLCC 양단의 전압변화

또는.....

그냥 C 를 전해 capacitor나 Tantal capacitor로 바꿔주시면 됩니다.

DSO-X 2022A, MY51450453: Tue Oct 25 17:34:53 2022



1uF Tantal 을 사용했을때의 C 양단의 전압변화

언젠가... 누군가가... 댓글에서 이런 문제는 이론적으로만 그렇고 실제로는 아무 상관없습니다.~~~ 라고 써 놓은것을 본 후로 꼭 실제 파형을 측정해서 글을 작성해 보고 싶었습니다.

특히나 이 정도의 간단한 회로에서는... 이론과 실제는 항상 일치 할 수 밖에 없습니다. !!!

오늘은 이만~

- 끝 -

댓글 등록순 최신순 C

🔔 관심글 댓글 알림



성미아빠 📌



2022.10.25. 18:00 답글쓰기



브레인 📌 👤 작성자

가공은 농사나 기계 가공에 대한 글 말고 전자 회로에 대한 글도 써야 하기에..... ^^;

2022.10.25. 18:02 답글쓰기



ControlPlus 📌

이유도 모른채 220u 전해를 고집해 왔었는데 근거를 찾았습니다 ㅎㅎㅎ
좋은 글 감사합니다^^

2022.10.25. 18:31 답글쓰기



브레인 📌 👤 작성자

전해 capacitor 의 ESR이 높아서 유리하긴 하지만..... 언제 기회가 되면 한번 측정해 봐야겠네요..
지금은 측정하던 회로를 다 치워버린지라 ~

2022.10.25. 18:34 답글쓰기

**베리믹스**

전해나 탄탈의 ESR이 MLCC에 비해서 상대적으로 더 높은가요?
윗분의 댓글에 답을 주셨군요. ㅎㅎ

2022.10.25. 18:35 답글쓰기

**브레인** 작성자

넵~

2022.10.25. 18:36 답글쓰기

**베베꼬아**

2022.10.25. 19:47 답글쓰기

**becool**

만약 부하에서 전류를 꽤 사용하는 경우. 예를 들어 1A이상을 사용한다면, 직렬로 저항을 연결하게되면 열이 꽤 나는데, 캐패시터 앞에 놓으면 발열문제는 괜찮을까요?

2022.10.25. 20:07 답글쓰기

**브레인** 작성자

전원에 직렬로 저항을 사용한다면 당근 전압강하와 발열을 피할 길은 없습니다.
그러니 그런 경우를 대비해서 여러가지 다른 방안을 제시한 것입니다.

2022.10.25. 20:46 답글쓰기

**화성 찬란한영혼**

찐따기 해본 사람들은 금방 알지요. 별일있겠어 하는 순간 쿨각이고 패널티는 덤이지요..
입력 C를 전해 커패시터와 MLCC로 설계해도 효과가 있더군요..
간만에 재미있는글 보고 갑니다.

2022.10.26. 09:31 답글쓰기

**초크사**

안녕하세요 흑시

MLCC 하나만을 배치했을 때보다 전해캡과 MLCC를 병렬로 배치했을 때가 링잉이 더 발생하지 않았다는 말씀이신가요?

2023.06.23. 17:31 답글쓰기

**브레인** 작성자

초크사 Overshoot 발생 원리상 capacitor의 ESR 이 높으면 높을수록 발생하지 않습니다.
따라서 Overshoot 을 줄이려면 무조건 MLCC 는 사용하지 않는것이 좋습니다.

다만, 전원입력단의 ESR 이 너무 높아지면 곤란하기에..

MLCC 의 낮은 ESR 이 주는 장점과, Overshoot 이 작은 전해 Capacitor의 장점 두가지 모두를 취하기 위해 보통 MLCC + MLCC에 비해 5배 이상 용량을 가진 전해 Capacitor 를 사용하기도 합니다.

2023.06.23. 17:42 답글쓰기

**초크사**

브레인 이해 됐습니다 답변 감사합니다!

2023.06.23. 17:46 답글쓰기

**화성 찬란한영혼**

전류도 함께 스코프로 보여주셨다면 보다 유익할것 같습니다. 일거리 증명합니다^^

2022.10.26. 09:33 답글쓰기

**브레인** 작성자



2022.10.26. 10:05 답글쓰기



명품소다 📌

그동안 전원단에 마냥 좋다고 생각하고 습관적으로 bead를 사용했는데, 이 글을 보고서 남발하면 안되는걸 배웠네요. 감사합니다.

2022.10.26. 10:04 답글쓰기



브레인 📌 작성중

뭐, 다른 전문분야도 마찬가지로 회로설계도 곳곳에 함정들이 도사리고 있는지라.... 이래 저래 정신 바짝 차리는 수 밖에 없습니다.

2022.10.26. 10:28 답글쓰기



푸레 2

저항하나라도 역시 허투로 쓰이는 곳이 없네요.

2022.10.26. 14:56 답글쓰기



브레인 📌 작성중

네... 회로 개발은 너무 힘들어요.... ㅜㅜ

2022.10.26. 15:01 답글쓰기



초크사 📌

ESR을 높이는게 오버슈트를 잡아줄수있다고 이해했는데 이 부분에 대해서 간단하게 설명 부탁드립니다??

2022.10.27. 09:57 답글쓰기



브레인 📌 작성중

제시된 회로들처럼 Inductor 로 부터 capacitor 로 흐르는 전류량만 줄여주면 overshoot 는 줄어듭니다. ESR 증가뿐만 아니라 제시된 자료처럼 전원 직렬 저항도 좋은 결과를 보여줍니다. 결국 두가지 모두 L과 C 입장에서 똑같은 손실회로(lossy circuit) 일 뿐이니까요.....

그런 현상에 대한 이론적인 설명을 원하시는것이라면,.... 댓글로 설명하기 부적절한 주제입니다. L과 C의 특징과 동작을 설명하기 위해서는 전자기학과 전기회로를 강의해야 하는 수준의 분량이 되어 버리는데...

그래도 정확한 이론적인 설명이 궁금하시다면..... 아래 자료를 참조하시면 될 것 같습니다.
https://www.ee.nthu.edu.tw/sdyang/Courses/Circuits/Ch08_Std.pdf

동영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=B4TezoTORIA&t=31s>

2022.10.27. 10:33 답글쓰기



초크사 📌

브레인 친절하 답변 감사드립니다 !

2022.10.27. 11:13 답글쓰기



매드 📌

우역! ESR이 작으면 좋은 줄 알았는데 상황에 따라 다른거였네요!
또 이렇게 배워 갑니다. (-)_(-) 감사합니다.

2022.10.28. 11:34 답글쓰기



브레인 📌 작성중

네. 불행히도.... 상황에 따라 다른 경우들이 많습니다.
출력 capacitor의 ESR이 너무 낮으면 발진하거나 발산하는 LDO들도 매우 많습니다.

2022.10.28. 11:36 답글쓰기



이정재 📌

만약 전원 입력 제일 첫 단으로 TVS다이오드 또는バリ스터를 추가하는 방법으로는 해결이 안되는 것일까요?

2022.11.09. 02:00 답글쓰기



브레인 📌 작성중

결코 작지않은 에너지라... in-rush current 가 증가하긴 하겠지만, 충분한 용량의 TVS 나 Varistor라면 막아낼수 있을것

같기는 하네요...

2022.11.09. 11:25 답글쓰기



장미꽃여우 1

좋은 자료 감사합니다.

2022.11.22. 08:57 답글쓰기



얼 1

잘 읽었습니다. 감사합니다!

2022.11.28. 08:09 답글쓰기



뽀구 1

잘봤습니다 감사드립니다

2022.12.15. 21:04 답글쓰기



뉴데미안 1

정리가 잘 된 글이네요. 고맙습니다.

2023.01.18. 16:26 답글쓰기



탕탕22 1

배우고 갑니다^^

2023.02.20. 18:16 답글쓰기



손의모험 박영준 2

감사합니다! ^^

2023.02.22. 08:38 답글쓰기



우주로비행 1

감사합니다

2023.05.22. 09:49 답글쓰기



누구보다 초보자 1

정말 간단하지만 유익한 글이네요. 혹시 DCDC 12V to 5V 출력단에 100uF/16V 탄탈을 사용해도 괜찮을까요? 탄탈은 불량이 나면 쇼트라고 알고 있어서 약간 두렵네요.

2023.05.30. 20:22 답글쓰기



브레인 1 작성중

당연히 괜찮습니다.

다만, 딱히 특별한 이유가 있는것이 아니라면 MLCC도 좋은 선택이 될 수 있습니다.

2023.05.30. 22:01 답글쓰기



누구보다 초보자 1

브레인 DCDC Output 쪽에 47uF Cap 이 있는 데도, 8Khz Ripple과 가청 노이즈가 발생하네요... 높이 제한이 있어서 탄탈을 추가했는데 개선 효과를 보아서 넣고자 합니다. 댓글이긴 하지만 질문을 몇가지 드려도 될까요..

- 9V 출력에는 25V가 적당할까요?

- 9V에 사용할 만한 MLCC은 내압을 얼마나 가져가야할까요? 용량 감소 글을 본적이 있어서요

- Tantal은 신뢰성이 높은 제품을 쓰고 싶는데 Samsung, KEMET, Murata 정도 고려하면 될까요?

2023.05.31. 11:11 답글쓰기



브레인 1 작성중

누구보다 초보자 네, 그정도면 괜찮다고 생각합니다.

2023.05.31. 11:10 답글쓰기



곰돌2 1

안녕하세요, 브레인님. 이 글을 보고 걱정이되어 테스트를 해봤는데 overshoot이 발생하지 않더군요. 그래서 회로를 다시보니 전원 입력 단에 역전압 방지용 다이오드 1n4001을 하나 달아두었는데.. 이놈이 overshoot 발생을 막아준걸까요?

2023.06.11. 09:43 답글쓰기



브레인 1 작성중

그렇지 않습니다.

overshoot 은 다이오드를 직렬로 달아도, 병렬로 달아도 없어지지 않습니다.

직렬로 달면 overshoot + ringing 이 발생하던것이 그냥 overshoot 으로 바뀔 뿐이고 병렬로 달면 아무런 영향도 없습

니다.
경험상,... 측정을 잘 못한 것이 아닐까 싶습니다.

2023.06.11. 10:58 답글쓰기



곰돌2

브레인 그렇군요, 다이오드 dl/dV 가 limit이 있으니까 상기 R_s 역할을 한게 아닐까 추측해봤는데.. 나중에 측정을 다시 해보겠습니다. 감사합니다!

2023.06.11. 11:17 답글쓰기



브레인 작성자

곰돌2 적어도 지금까지는,... 오버슛 발생하지 않는다고 하던 지인분들 회로를 제가 측정해 보면 다 발생하고 있었습니다. ^^;

2023.06.11. 11:19 답글쓰기



일반바이오

감사합니다

2023.08.17. 01:29 답글쓰기



까강

좋은내용 감사합니다~

2023.08.23. 10:44 답글쓰기

pldworld

댓글을 남겨보세요



등록