

친절한 임베디드 시스템 개발자 되기 강좌 : 초간단 회로이론 응용

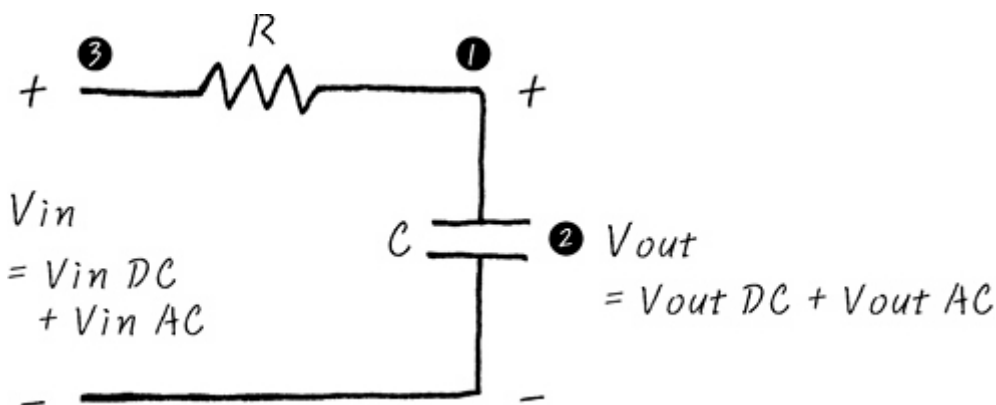
Hardware Engineer들과 얘기를 하다보면, "데이터 핀에 캐패시터를 달아서 필터를 달았는데 말이야..응응"하는 얘기를 아무렇지도 않게 던질 때가 있습니다. 도대체 캐패시터를 달았는데, 뭐가 어쨌다는 건지 알 도리가 없습니다. 이런 얘기가 나오면 점점 꼬리에 꼬리를 물고 더 이상한 얘기로 치닫게 되는데, 그 정도가 되면, 귀를 막고 있지 않는 한 더더욱 궁금해지기 짝이 없습니다.

그래서, 저항, 캐패시터, 인덕터를 이용한 필터정도는 알고 있어야, "음음.. 그래서 그렇단 말이지.."하고 속으로 혼자라도 감탄하면서 듣게 될지도 모르니까, 그런 취지에서라도 들여다 보는 게 어떨까 하고 생각하고 있습니다.

뭐, 시정수라는 등, 어려운 말은 전부다 빼먹고 가겠습니다. 이 section을 기초로해서, - 다른 RLC 회로들을 보면 "아휴, 난 회로하고는 거리가 먼가봐"라고 생각하기 보다는 - 조금더 아는척 해주시기를 바랄 뿐입니다. 필터는 말그대로, 정수기 필터와 같은 필터입니다만, 그 이유로는 원하는 것만 통과시키니까 그렇습니다. 그중 LPF는 Low Pass Filter라고 하여, 저주파 성분만 통과 시키는 역할을 담당하고 있죠. 고주파 성분을 통과시키지 않으면 어떤 효과가 있느냐 하면, 보통 Embedded system은 아주 작은 크기의 보드에다가 이것저것 밀집시켜서 만드는 경향이 있는데, 고주파 성분은 이런 보드에 Noise역할을 하기 때문에, 상당히 골치 아픈 존재입니다. 그러니까, 고주파 성분은 걸러내 보자 하는게, LPF이죠. - 같은 의미로 HPF는 High Pass Filter, BPF는 Band Pass Filter 랍니다 -

여기서, 고주파, 저주파 성분이라는 것들은 무엇인가 궁금할 법도 한데, 초간단 의미는 "신호와 주파수 영역"에서 말씀 드렸듯이, 모든 신호는 저주파에서 고주파까지의 주파수를 갖습니다요.

그러면 LPF는 Low Pass Filter니까, 저주파 영역만 걸러내는 일을 하겠습니다. 우선 LPF라는게 어떻게 생겼는지 부터 확인해 볼 필요가 있을 것 같습니다. 아래 그림이 LPF라는 Filter인데, 별거 아니죠.



아휴, 또 복잡한 그림이 나왔네요. 그림이라는데 더 쉽게 표현하려고 그리는건데, 이런 그림을 보면 언제나 만만치 않은 앓구나. 하는 느낌이에요. 번호가 Mark되어 있는 부분하고 input과 output이 DC와 AC성분으로 이루어져 있다는 점만 일단 잘 봐두고 자자, 어떤 것인지 "탐구생활" - 그냥 방학숙제정도로 한번하고 잊어버렸으면 좋겠지만 - 해 보겠습니다.

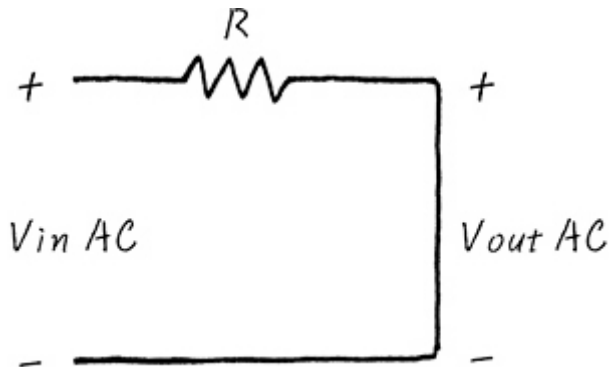
첫번째로 input과 output이 DC와 AC성분으로 이루어져 있다는 말이면, "Linear System의 Super Position"의 원리에 의하여, - 크학 - DC(저주파)의 입장에서 본 회로와, AC(고주파)의 입장에서 본 회로를 분리해서 보겠습니다. (Linear System의 Super Position이란, 쉽게 말해서, Output 즉, 결과에서 보았을 때, 합해서 나오는 녀석들은 나눠서 따로따로 들여다 본후 합해도 마찬가지 결과다 라는 유식한 쟁이 Engineer의 말투 입니다) 먼저 DC 입장에서 회로를 들여다 보면,



$V_{in} DC$

$V_{out} DC$

!.. 끊어져 있습니다. 왜냐, Capacitor는 DC 입장에서 보면 거의 통과하지 못하니까, Open 즉 끊어진 것과 다름 없습니다. 하지만, 거의 ∞ 의 저항이 달려 있다고 생각하면, 폐회로가 이루어 집니다. 그러니까, R과 ∞ 저항은 직렬로 연결되어 있으며, 그러면 어차피 저항의 크기는 어마어마하게 큰 ∞ 저항과 다를 바가 없습니다. 그렇다고 치면, 전류는 눈곱만큼만 흐르게 되는 것이고, 눈곱만큼 흐른다는 얘기는 R에서 소모하는 전압은 거의 없습니다. 대부분의 $V_{in} DC$ 는 open ∞ 저항에서 소모하게 됩니다. (다시 말해, ∞ 저항 X 눈곱 전류 만큼 소모한다는 말이에요) 그러므로, DC input의 입장에서 보면 $V_{in} DC \approx V_{out} DC$ ($V_{in} DC$ 보다는 아주 미묘하게 작은) 오호라, 그러니까 이 회로에서 DC쪽에 가까운 저주파 성분은 거의 V_{in} 이 V_{out} 으로 그냥 튀어 나오게 되네요? 그럼, AC성분 입장에서 보면 어떤 회로가 될지 들여다 볼 필요가 있겠습니다.



캐패시터는 AC입장에서 보면 short나 다름없습니다. 자 그러면, 이 폐회로에서 R에서 모든 전압강하가 일어나게 되어 $V_{in} AC$ 가 모두 달아나 버려, $V_{out} AC = 0$ 이 되어 버립니다. R은 AC성분을 전압강하하기 위해서 필요한 존재라는 거죠.

- AC는 모두 그렇다기 보다는 어느 정도 이상의 주파수를 가진 AC성분이 그렇다는 의미예요 - 그러면, Output인 $V_{out} AC$ 가 0이니까, 결국 $V_{out} = V_{out} DC + V_{out} AC \approx V_{out} DC$ 로 초간단히 표현한다면, DC에 가까운 성분만 V_{out} 으로 나온다는 결론입니다.

보통은 AC성분이 R에서 모두 소모되니까, R성분을 키워서 AC의 전류량 자체를 작게 만들면 R에서 소모되는 전력이 줄어 들고, 그러니까 발열을 덜하게 되니까, 이런 이유에서 R성분을 보통 크게 달죠.

자자, C는 AC입장에서 보면 short라는 입장을 이제 아시겠죠, 반대로 L은 AC입장에서 보면 open입니다요. 꼭 기억해 주세요.