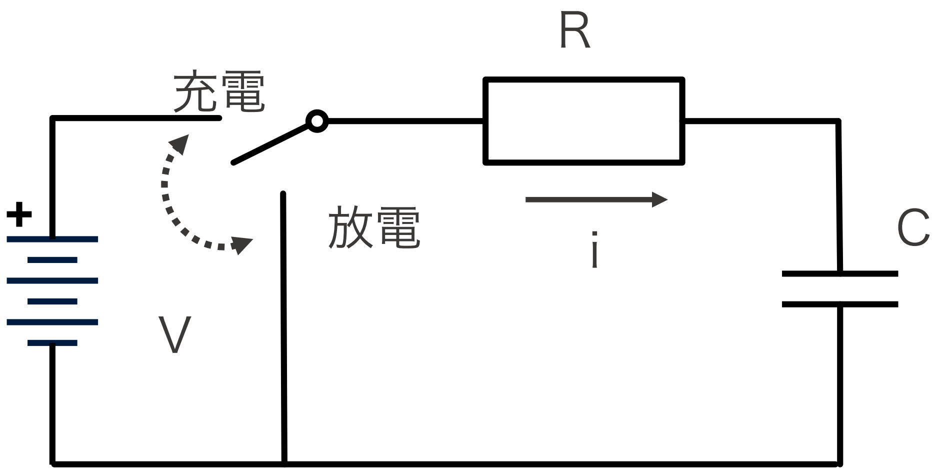
電気工学2第9回

過渡現象

過渡現象（充電）

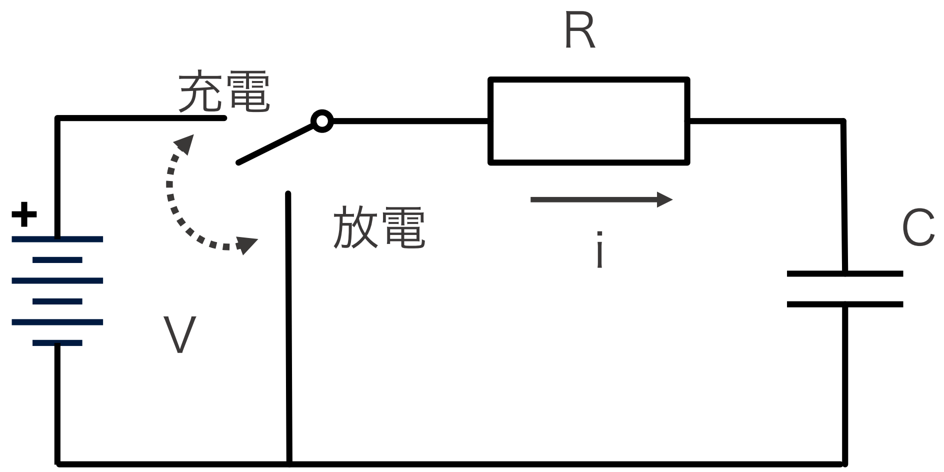
- コンデンサに電荷が溜まっていないとする．
- スイッチを充電側に移動させると，コンデンサに電流が流れ，電荷が溜まっていく．これは，コンデンサの両端電位差が電源電圧Vになるまで続く．

- 抵抗とコンデンサに加わる電圧をそれぞれV_R，V_cとすると，
- $V = V_R + V_c$
- オームの法則および$Q = CV_c$より，
- $V = iR + \frac{Q}{C} = \frac{dQ}{dt}R + \frac{Q}{C}$



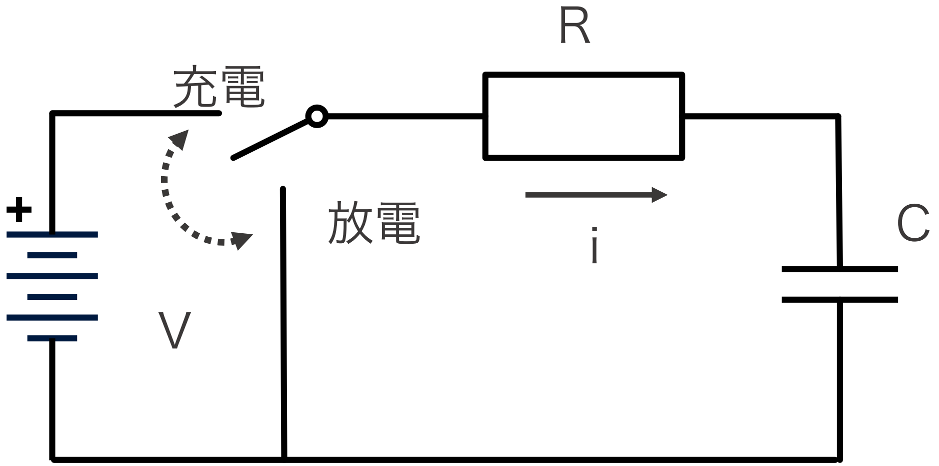
過渡現象（充電）

- $V=\frac{dQ}{dt}R+\frac{Q}{C}$これをQについて解けば，コンデンサに蓄積される電荷の時間変化が分かる．
- $\frac{dQ}{dt}+\frac{Q}{CR}-\frac{V}{R}=0, Z=\frac{Q}{CR}-\frac{V}{R}$とおくと
- $\frac{dZ}{dt}=\frac{1}{CR}\frac{dQ}{dt}, \frac{dQ}{dt}=CR\frac{dZ}{dt}$
- これを代入すると
- $CR\frac{dZ}{dt}+Z=0, Z=Ae^{-\frac{1}{CR}t}$
- よって，$Ae^{-\frac{1}{CR}t}=\frac{Q}{CR}-\frac{V}{R}, Q=Ae^{-\frac{1}{CR}t}+CV$
- 初期条件は$Q_0=0$なので
- $Q=-CVe^{-\frac{1}{CR}t}+CV=CV\left(1-e^{-\frac{1}{CR}t}\right)$



■ 過渡現象 （充電）

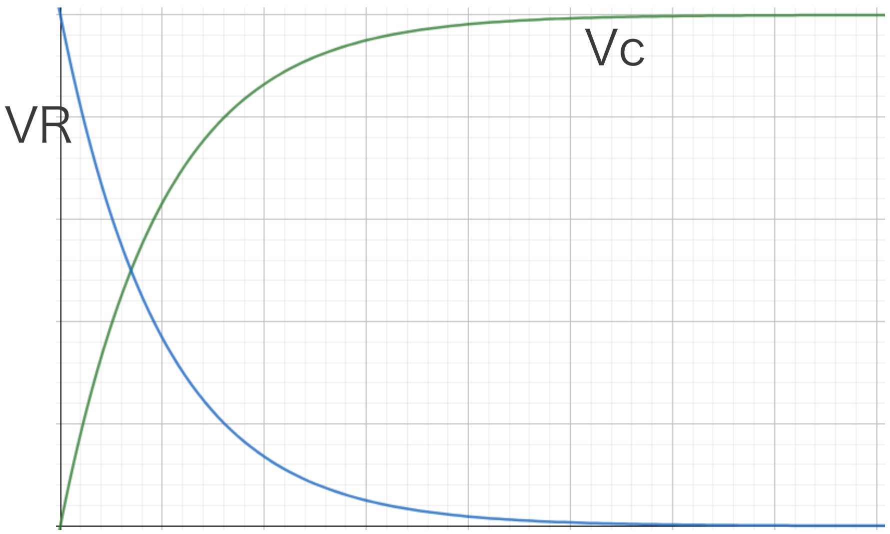
- $Q = CV(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$から，Vcは
- $V_c = V\ (1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$
- 電流iは
- $i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}CV\left(1 - e^{-\frac{1}{CR}t}\right) = \frac{CV}{CR}e^{-\frac{1}{CR}t} = \frac{V}{R}e^{-\frac{1}{CR}t}$
- $\tau = CR$としたとき， τ を時定数と呼ぶ.

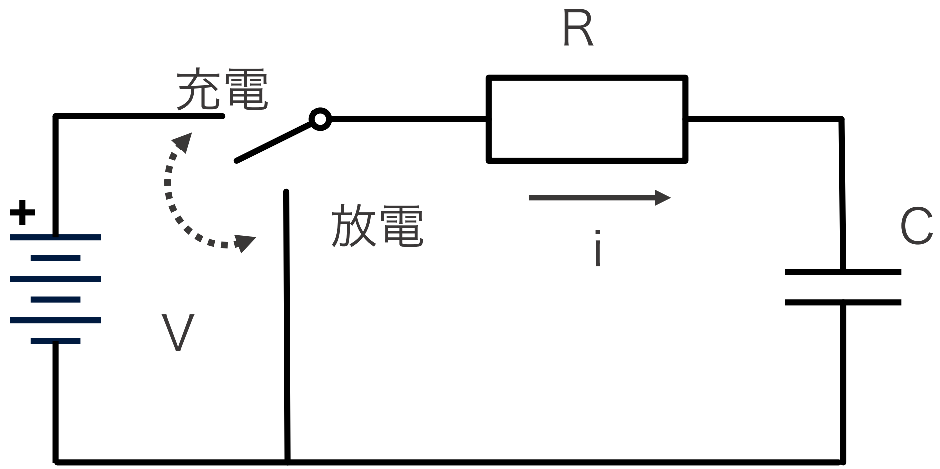


資格試験内で計算は不可能だから，時定数はCRと覚える.

■ 過渡現象（充電）

- 抵抗とコンデンサに加わる電圧は図のように変化する.
- コンデンサに電荷が蓄積されるに伴いコンデンサの電圧Vcも増加する.
- 一方抵抗の電圧VRは減衰する.



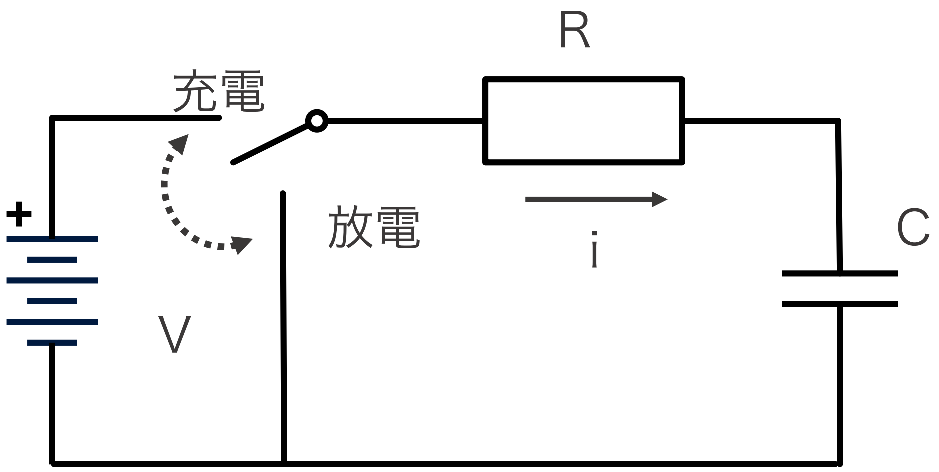


資格試験内で計算は不可能だろうから，時定数はCRと覚える.

過渡現象（放電）

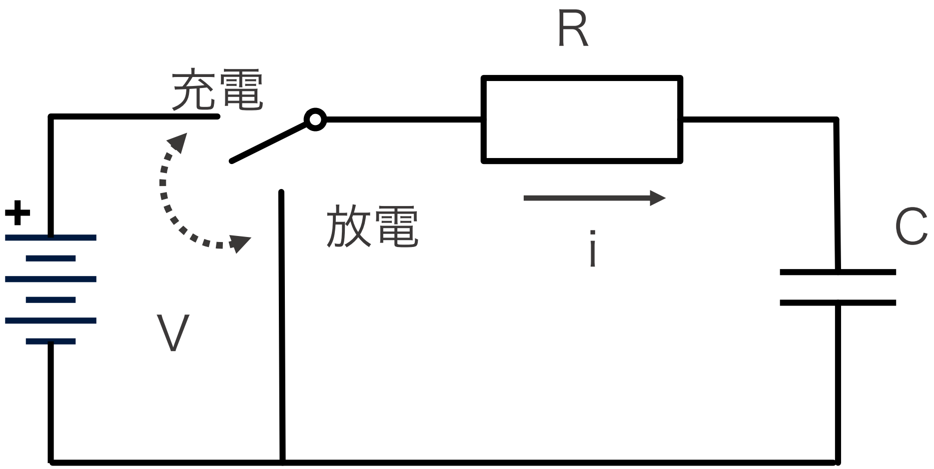
- コンデンサにQ=CVほど電荷が蓄積されるされているとする．
- そこで，スイッチを放電の方に入れると，コンデンサにたまった電荷が消費され，減少していく．

- 抵抗とコンデンサに加わる電圧をそれぞれV_R，V_cとすると，
- $V_R + V_c = 0$
- オームの法則および$Q = CV_c$より，
- $iR + \frac{Q}{C} = \frac{dQ}{dt}R + \frac{Q}{C} = 0$



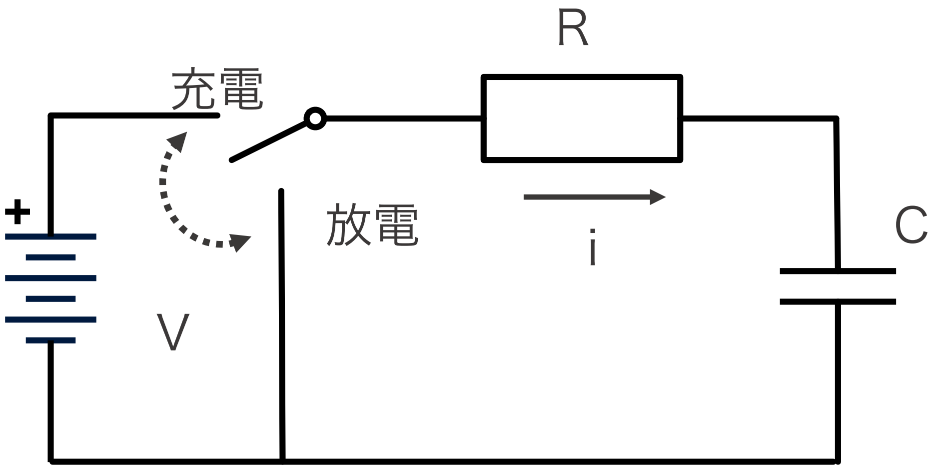
過渡現象 （放電）

- $\frac{dQ}{dt}R+\frac{Q}{C}=0$これをQについて解けば，コンデンサに蓄積される電荷の時間変化が分かる．
- $\frac{R}{Q}\frac{dQ}{dt}+\frac{1}{C}=0,\ Q=Ae^{-\frac{1}{CR}t}$
- 初期条件は$Q_0=Q=CV$なので
- $Q=CVe^{-\frac{1}{CR}t}$



過渡現象　（放電）

- $Q = CVe^{-\frac{1}{CR}t}$から，Vcは
- $V_c = V\,e^{-\frac{1}{CR}t}$
- 電流iは
- $i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}CVe^{-\frac{1}{CR}t} = -\frac{CV}{CR}e^{-\frac{1}{CR}t} = -\frac{V}{R}e^{-\frac{1}{CR}t}$
- $\tau = CR$としたとき，τを時定数と呼ぶ．

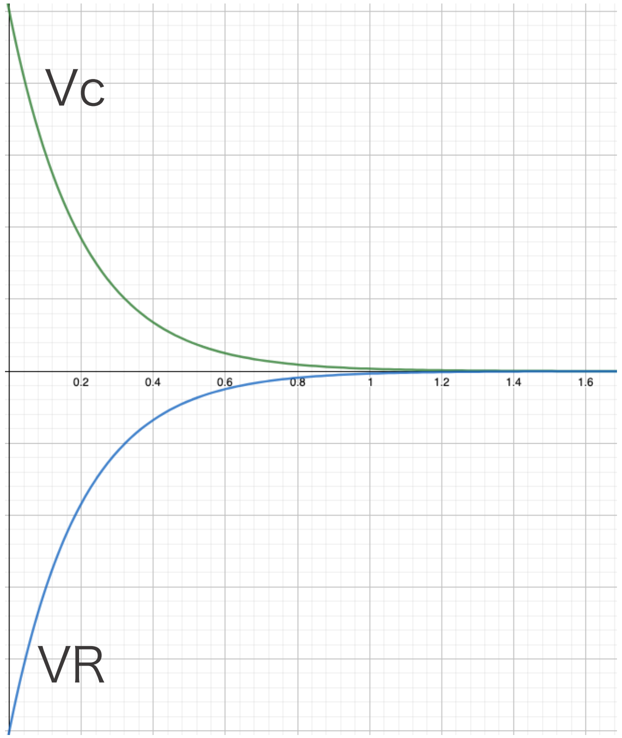


資格試験内で計算は不可能だから，時定数はCRと覚える．

電圧の時間変化もよく出ているので，余裕がある人はVcの式も覚える．覚えられない人は指数関数的に変化することを覚えておく．

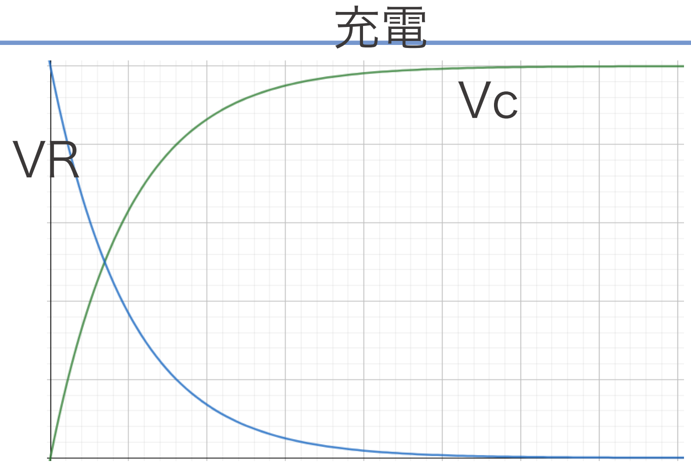
過渡現象（放電）

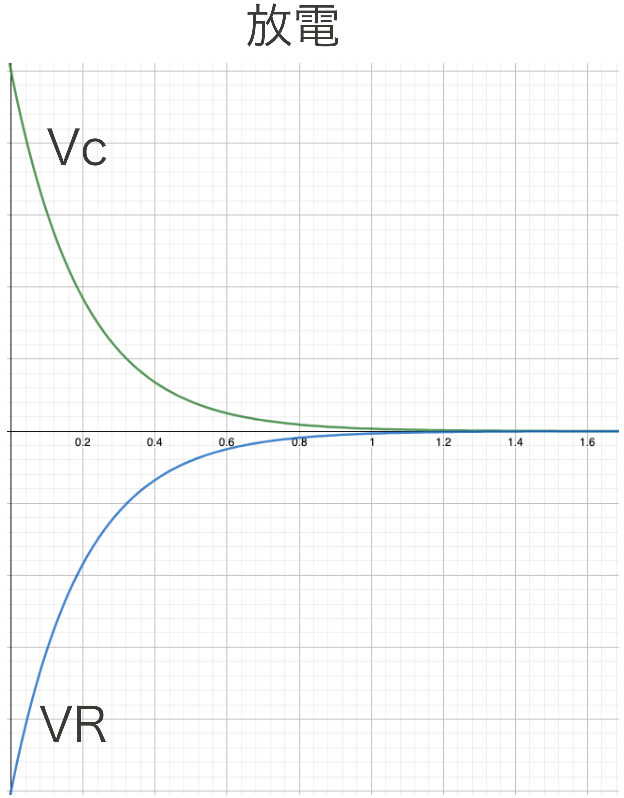
- 抵抗とコンデンサに加わる電圧は図のように変化する.
- コンデンサの電荷が放電されるとともに，コンデンサの電圧Vcは指数関数的に減衰していく.
- 抵抗の電圧は，コンデンサによりもたらされるので，Vcとともに0に近づく.

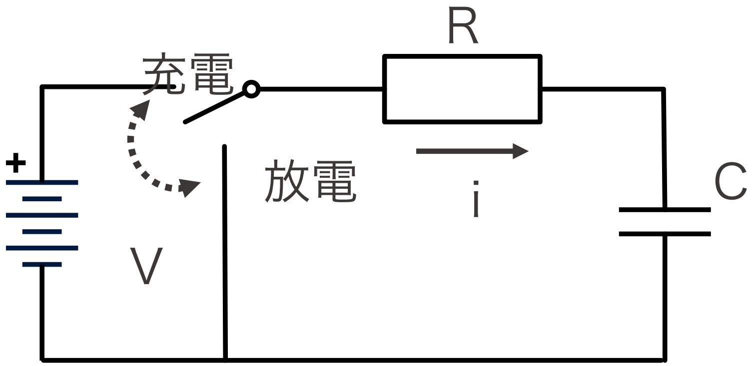


■ 微分回路

- 抵抗の電圧VRの時間変化を見てみると，充電および放電が始まった瞬間に大きな値を取り，時間とともに0に近づく．
- つまり，時間変化が急激な場所（オン・オフの場所）で大きな値を撮っている．
- 時間変化が急激な場所は微分が大きいので，VRは微分を表していると見ることもできる．
- よって，VRを測定する回路は微分回路と呼ばれる．

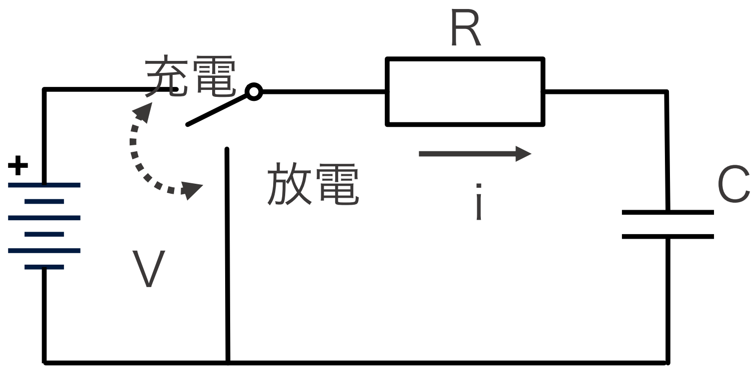


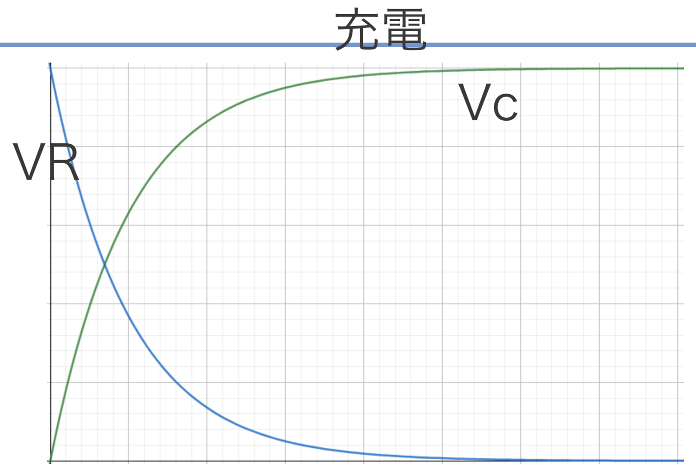


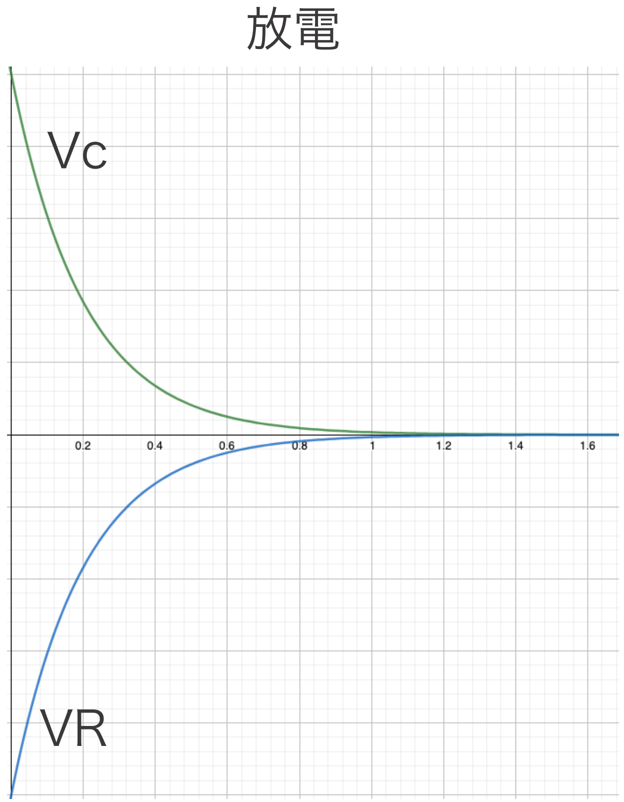


積分回路

- 一方，コンデンサの電圧Vcの時間変化を見てみると，充電および放電が始まると時間とともに増加および減少する．
- つまり，Vcは入力を足し続けていると見ることもできる．これは，積分に相当する計算とみなせるだろう．
- よって，Vcを出力とする回路は積分回路と呼ばれる．

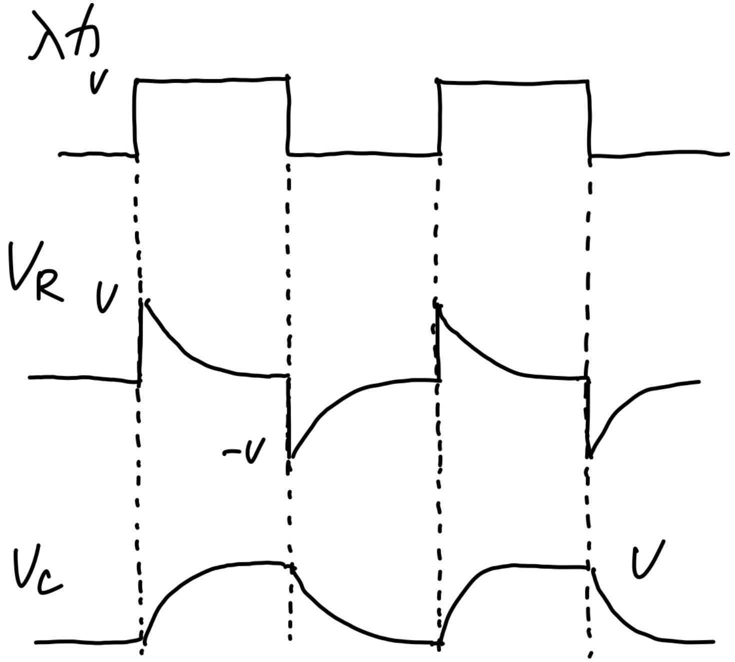






まとめ（CRフィルタの場合）

- 電圧は指数関数的に変化
- 積分回路は抵抗の電圧を見ている．
  - 入力の変化を捉える．
  - 矩形波なら，オン・オフの瞬間が最も電圧の絶対値は大きく，徐々に0に近づく．
- 微分回路はコンデンサの抵抗を見ている．
  - 入力を蓄積していく．
  - 矩形波なら，オンの瞬間は0だが，徐々に増えていく．オフにすると溜まった電荷による電圧が徐々に減少していき0に近づく．



RLフィルタの場合RCフィルタの逆になる．