

2018年度後期火曜2講時
2018/10/30

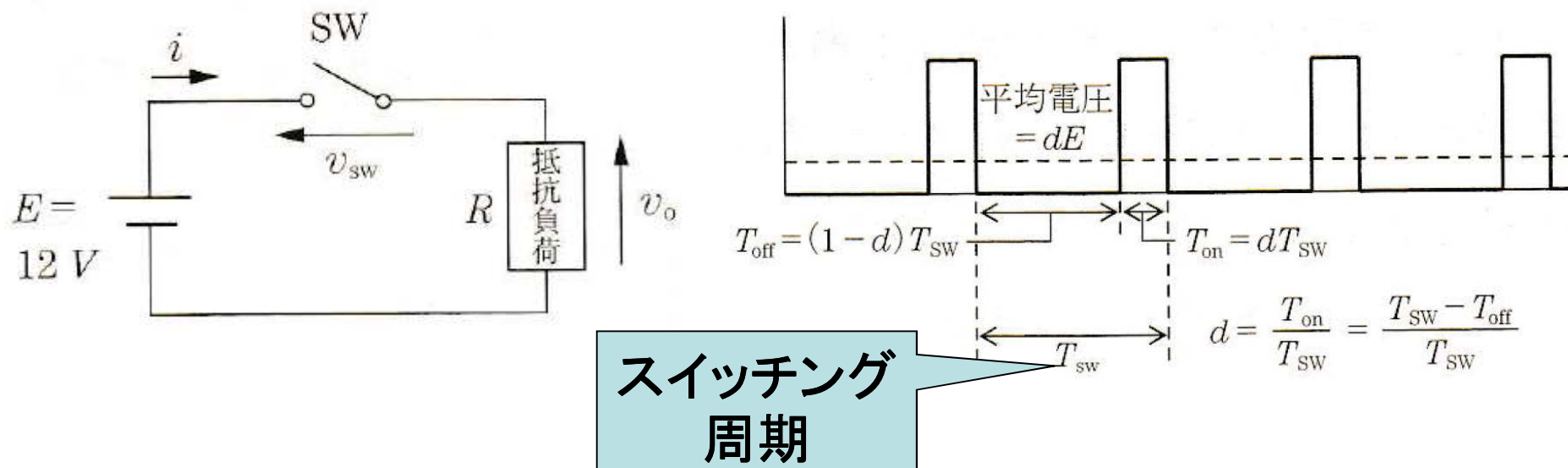
パワーエレクトロニクス (第5回目)

電気電子工学科
鵜野 将年

この授業のポイント

- PWM信号の生成方法
- 降圧チョツパにおけるインダクタとコンデンサの振る舞い
- 降圧チョツパの動作
 - 電流経路と動作波形
 - 入出力電圧比とデューティの関係

スイッチを用いた電力変換の原理



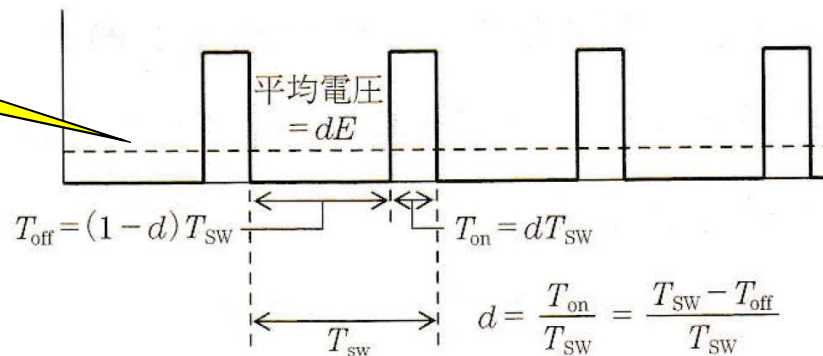
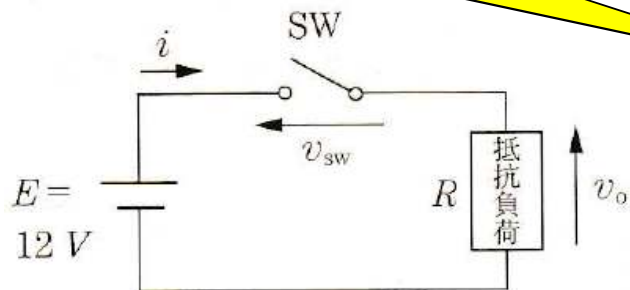
- 負荷電圧の平均値 V_{av} はスイッチのオンの期間 T_{on} の比率に比例

$$V_{av} = \boxed{\quad} = \boxed{\quad} \quad d = \boxed{\quad} \quad (T_{SW} \text{ はスイッチング周期})$$

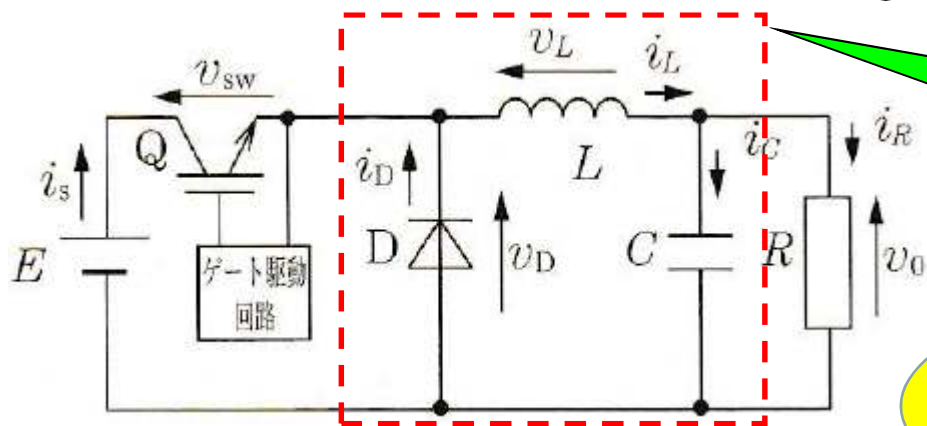
- _____ を変えることで出力電圧を調節する方法を、_____ (_____) と呼ぶ
- スイッチング周波数 $f_{SW} = 1/T_{SW}$

スイッチを用いた電力変換の原理

負荷電圧は方形波状で非実用的



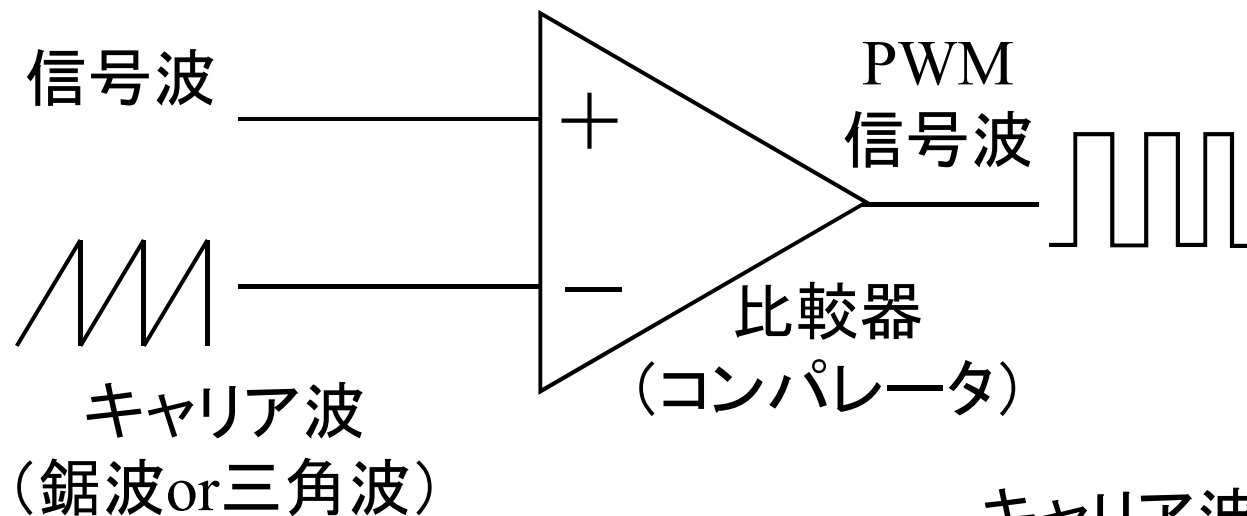
スイッチング周期



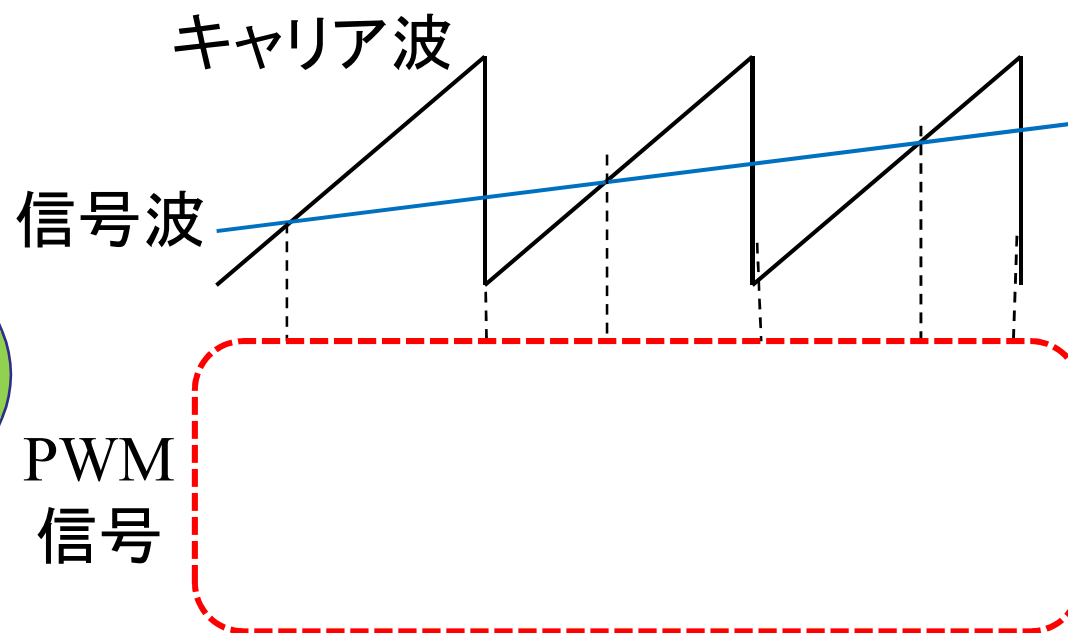
P.63の降压チョップ

LとCの振る舞いを理解することが重要

PWM信号の生成回路



キャリア波と信号
波の比較から
PWM信号を生成



インダクタLの振る舞い

- インダクタ電圧 v_L は電流の変化率とインダクタンスに比例

$$v_L =$$

L : インダクタンス
 i_L : インダクタ電流

- 定常状態ではインダクタ電圧 v_L の平均値は_になる

$$I_L =$$

L : インダクタンス
 I_{L0} : インダクタ電流の初期値

定常状態では周期毎の電流変動はないため、

$$I_{L0} =$$

\Rightarrow

インダクタの

になる

コンデンサCの振る舞い

- コンデンサ電流 i_C は電圧の変化率と静電容量に比例

$$i_C = \quad C: \text{静電容量}$$
$$v_C: \text{コンデンサ電圧}$$

- 定常状態ではコンデンサ電流 i_C の平均値は__になる

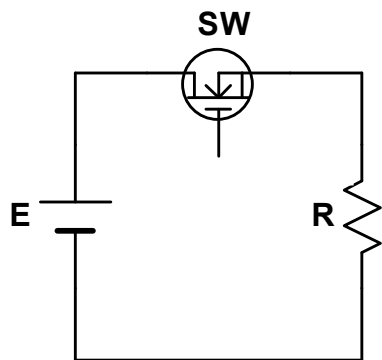
$$V_C = \quad C: \text{静電容量}$$
$$V_{C0}: \text{コンデンサ電圧の初期値}$$

定常状態では周期毎の電圧変動はないため、

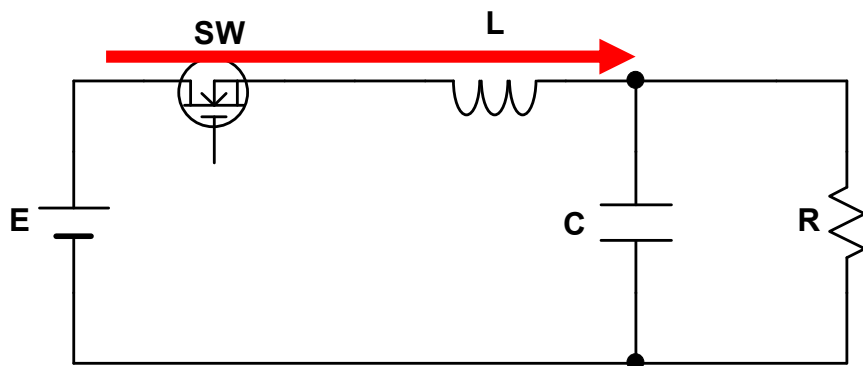
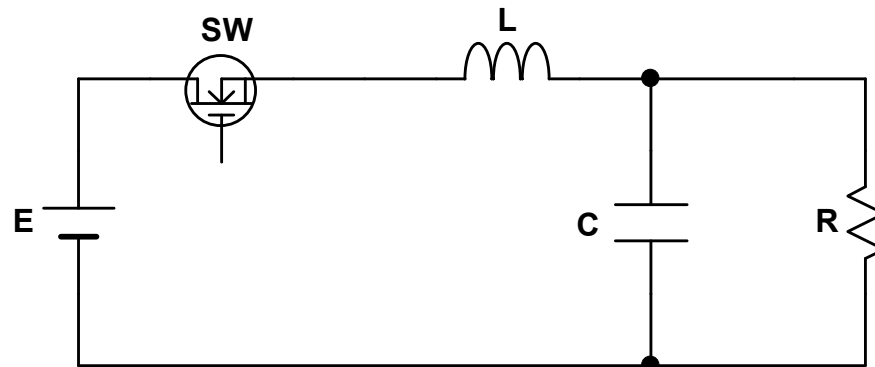
$$V_{C0} = \quad \Rightarrow \quad$$

コンデンサの になる

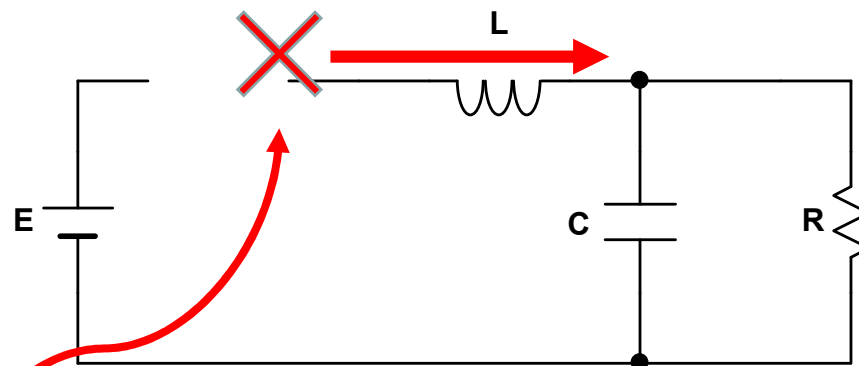
LCフィルタを追加した構成(非実用的)



LCフィルタ追加



スイッチがオンの期間

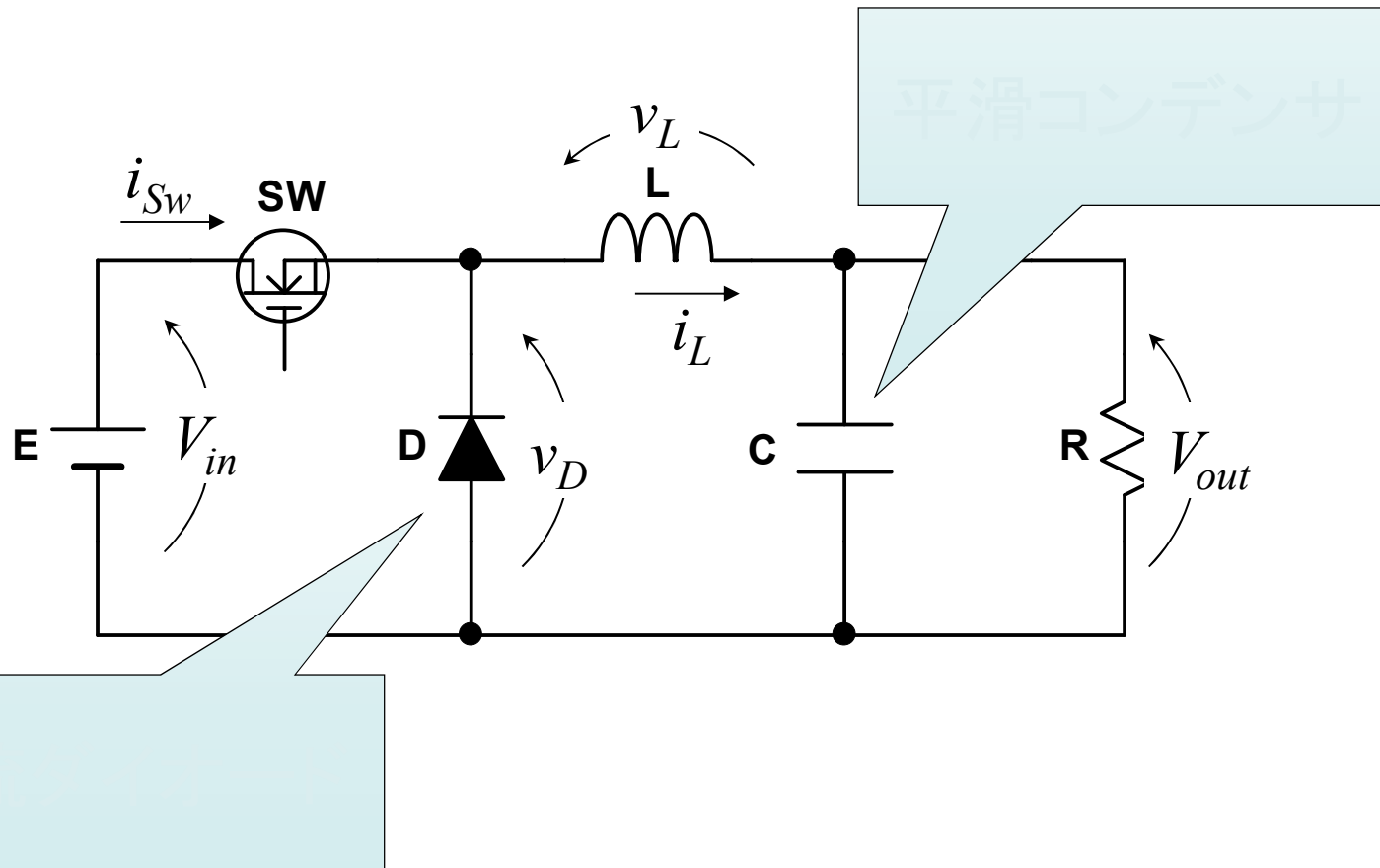


スイッチがオフの期間

インダクタの電流経路が遮断され
大きな電圧が発生(回路が破壊)

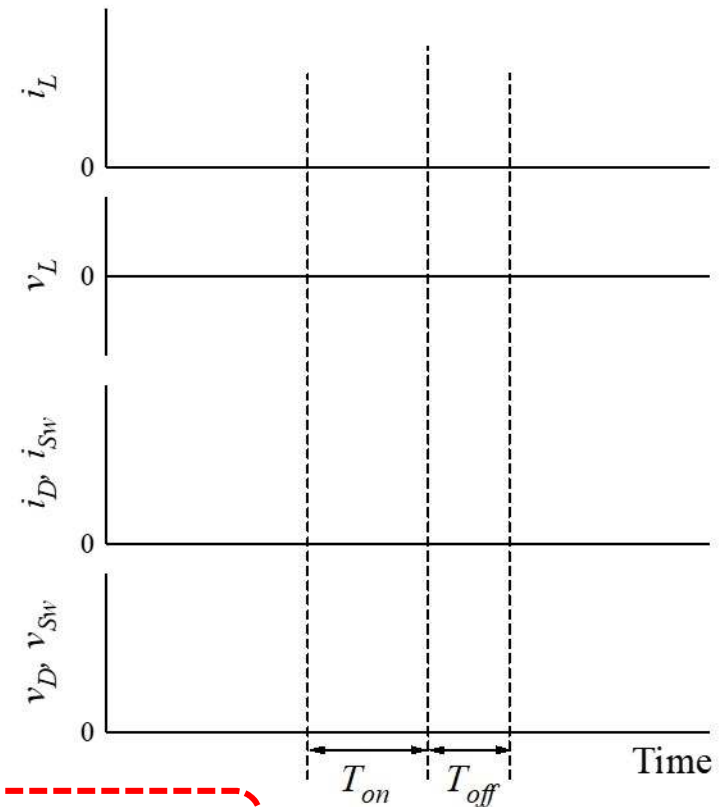
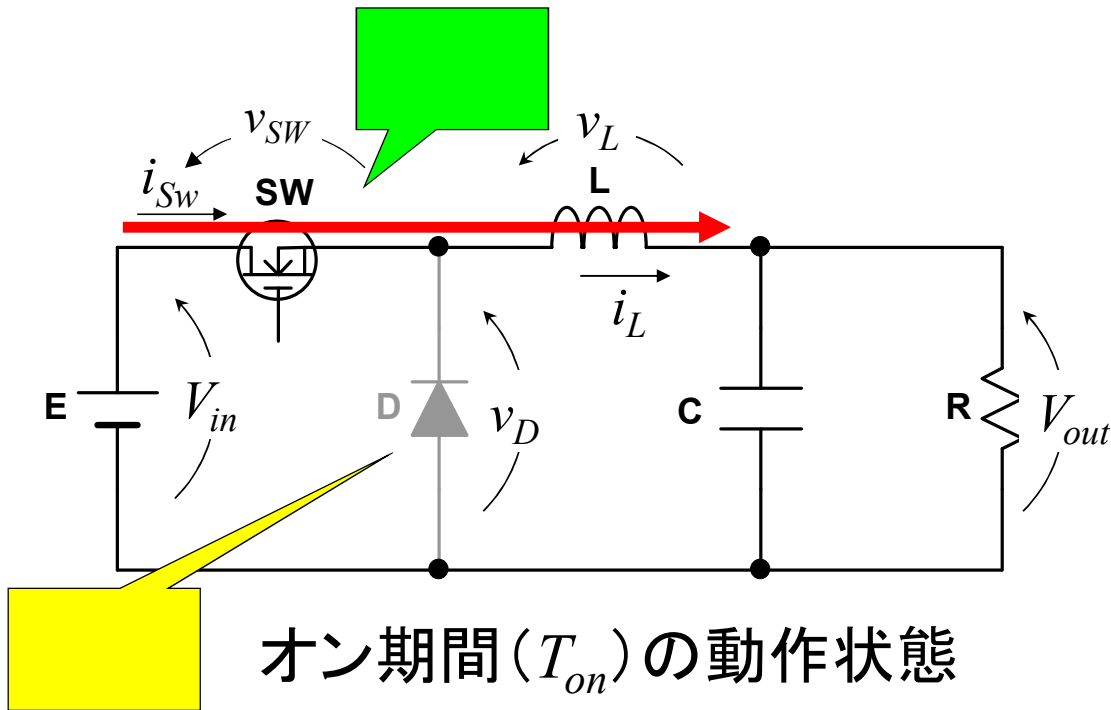
$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

降圧チョツパの回路構成



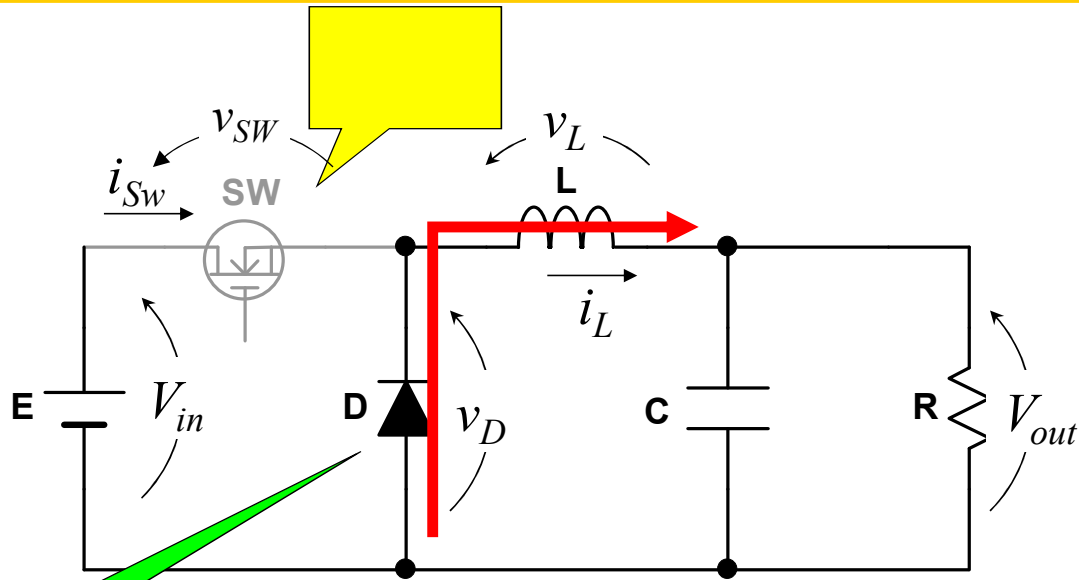
- ダイオードを追加してインダクタの電流経路を確保する
- 平滑コンデンサによりインダクタのリプル電流を吸収
- (ゲート駆動回路は簡単のために一般的に省略される)

降圧型チョップアの動作原理(スイッチがオンの時)

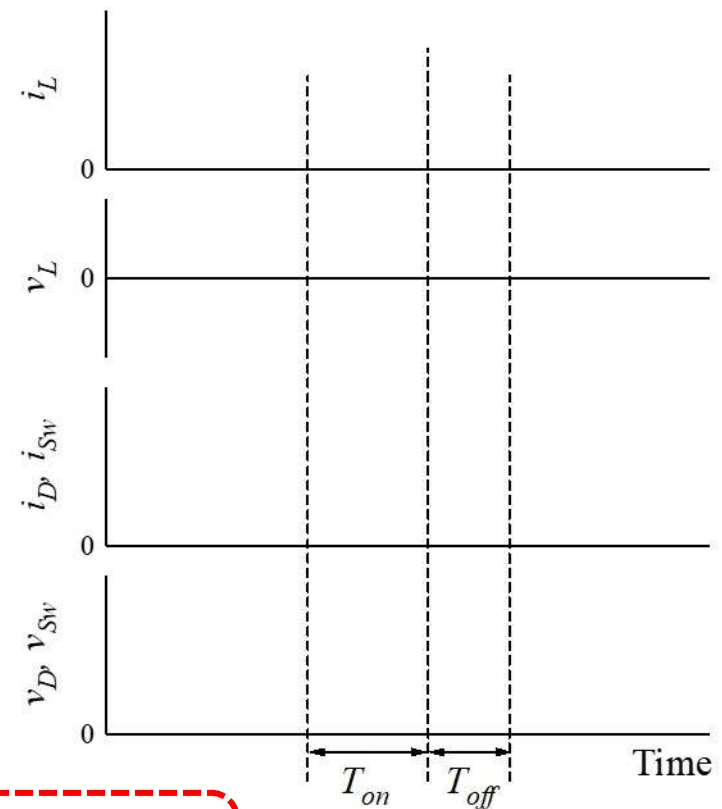


インダクタL	<input type="text"/> (式1)	<input type="text"/> (直線的に増加)
スイッチSW	<input type="text"/> (短絡)	<input type="text"/>
ダイオードD	<input type="text"/> (開放)	<input type="text"/>

降圧型チョップパの動作原理(スイッチがオフの時)



オフ期間 (T_{off}) の動作状態



インダクタL	<input type="text"/> (式2)	<input type="text"/> (直線的に低下)
スイッチSW	<input type="text"/> (開放)	<input type="text"/>
ダイオードD	<input type="text"/> (短絡)	<input type="text"/>

降圧型チョッパの入出力特性

- 各期間の長さ t_L と関係より入出力電圧の比を導出
インダクタの _____ となるため、(式1),(式2)より、

$$\boxed{\quad} + \boxed{\quad} = \boxed{\quad}$$

オン期間の v_L

オフ期間の v_L

整理

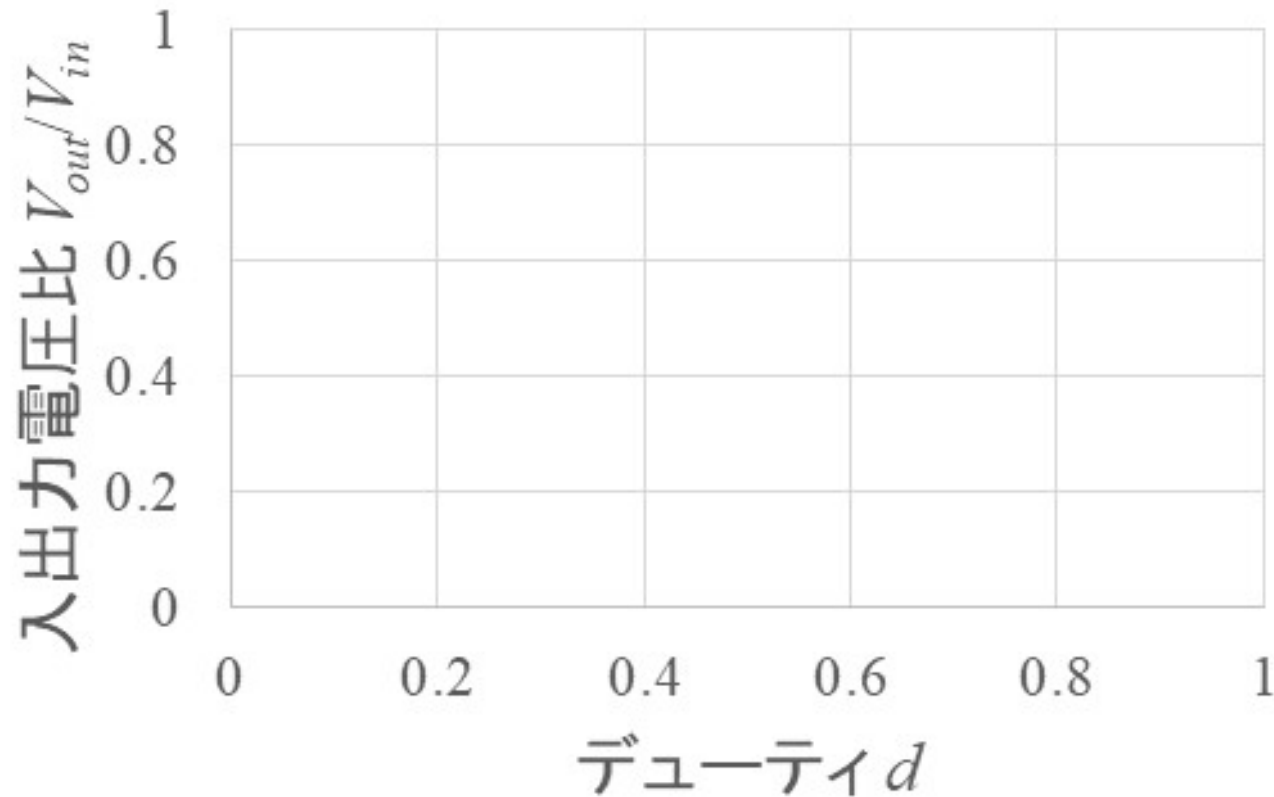
$$V_{out} = \boxed{\quad} = \boxed{\quad}$$

1周期の長さ T_{SW}

(スイッチング周波数 $f_{SW} = 1/T_{SW}$)

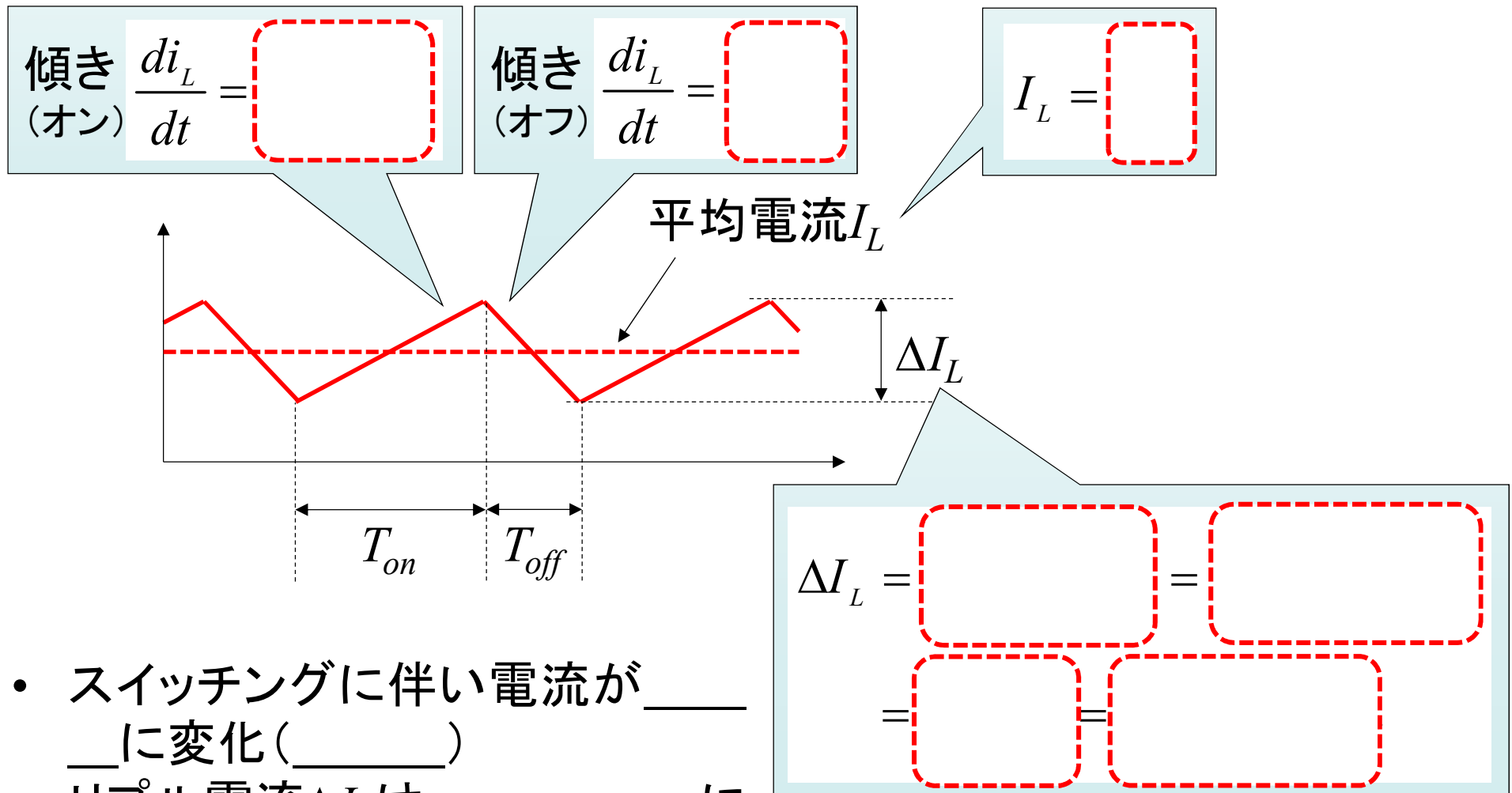
V_{out} は_に依存
(_____)

降圧型チョップの入出力特性



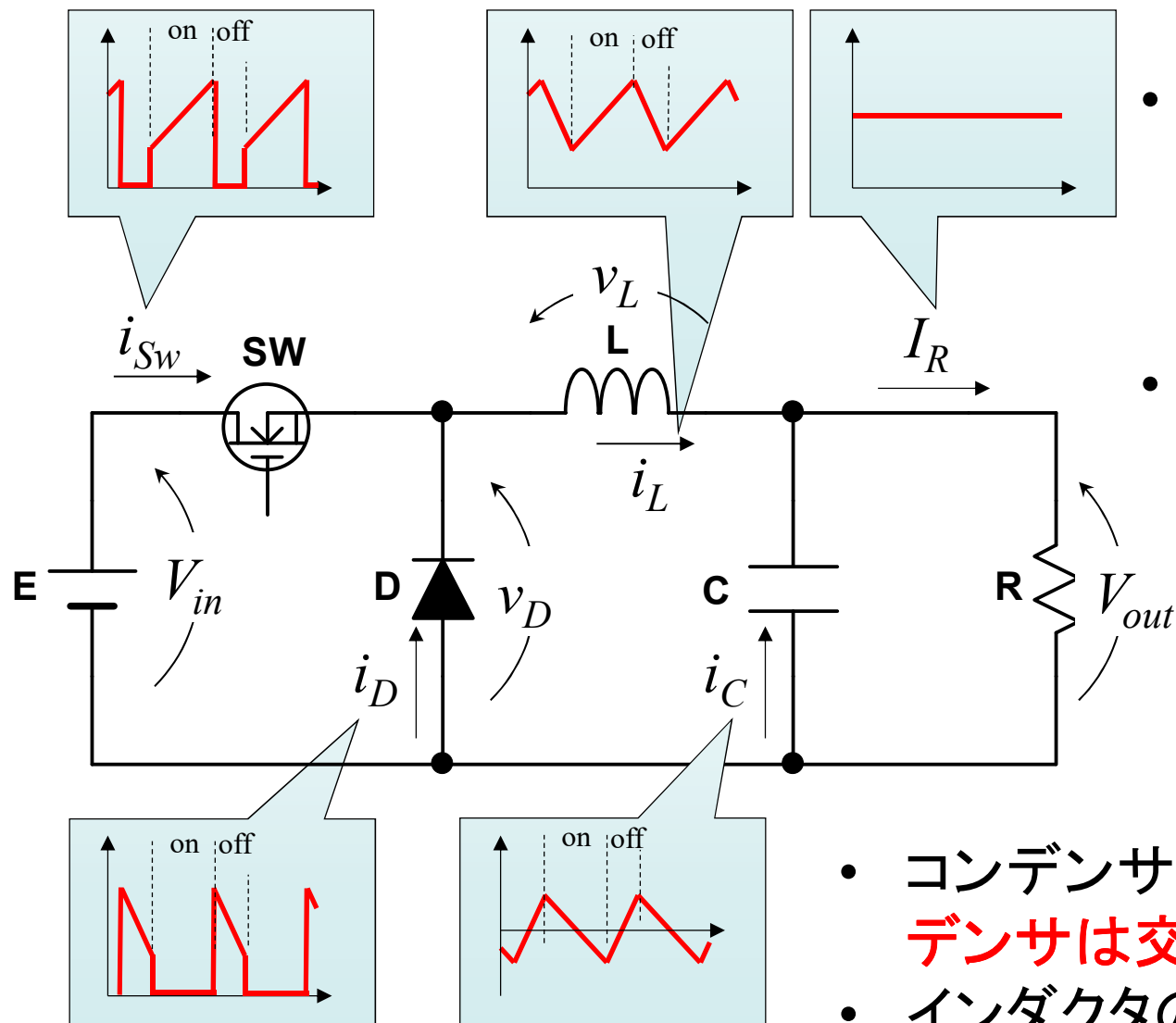
- _____ を調節することで入力電圧 V_{in} が変動した際においても出力電圧 V_{out} を一定に維持できる
- 例: $V_{out} = 40 \text{ V}$ に対し、 $V_{in} = 100 \text{ V}$ の場合は $d = \underline{\quad}$ 、 $V_{in} = 80 \text{ V}$ の場合は $d = \underline{\quad}$

インダクタの電流波形



- スwitchングに伴い電流が _____ に変化 (_____)
- リプル電流 ΔI_L は _____ に比例、_____ に反比例
- リプル率は平均電流の _____

各部の電流波形



- 負荷電流 I_R は _____ と等しい
(\because コンデンサの _____ は0)
- 負荷電流 I_R は基本的には _____ のみ

- コンデンサの _____ (コンデンサは交流電流成分を吸収)
- インダクタの電流リップルを平滑

降圧チョッパの設計例

入力電圧 $V_{in} = 60 \text{ V}$ に対し、スイッチング周波数 $f_{SW} = 100 \text{ kHz}$ の降圧チョッパを用いて $4 \text{ } \Omega$ の負荷に対して出力電圧 $V_{out} = 24 \text{ V}$ としたい。このときのデューティ d を求めよ。また、リップル率を30%とするために必要なインダクタンスを求めよ。