

25. スイッチング電源の設計 (1)

25. Design of the Switch-Mode Power Supply (SMPS) (1)

講義内容

- 1. スイッチング電源の各種機能・特性**
- 2. 静特性 (定常状態) と動特性 (過渡状態)**
- 3. EMC (電磁両立性)**
- 4. 各種信頼性の為に要求される国際規格・規制**

スイッチング電源の各種機能・特性

- **静特性**
- 通電ドリフト
- 低入力誤動作防止機能(UVLO)
- **過電流** 保護特性 (OCP)
- **過電圧** 保護特性 (OVP)
- **過熱** 保護特性 (OTP, TSD)
- **過負荷** (負荷短絡) 保護 (OLP, SCP)
- 入力過電圧保護 (IVP)
- 出力立ち上がり／下がり特性
- 出力保持時間特性
- **負荷過渡** 応答特性
- **入力電圧過渡** 応答特性
- リモートON／OFFコントロール時
出力立ち上がり／下がり特性

動特性

- 入力電圧瞬停特性
- 入力サージ電流 (突入電流) 特性
- 瞬停時突入電流特性
- 入力電流波形 ※AC-DCコンバータ
- 高調波電流成分
- 漏洩 (リーク) 電流特性
- 出力リップルノイズ波形
- スタンバイ電流 (待機電流)
- **EMI, EMS, EMC** 特性
- 入力電圧変化・変動, フリッカ
- シャットダウン機能 etc...

まだまだ多くの考慮すべき
機能・特性 がある！

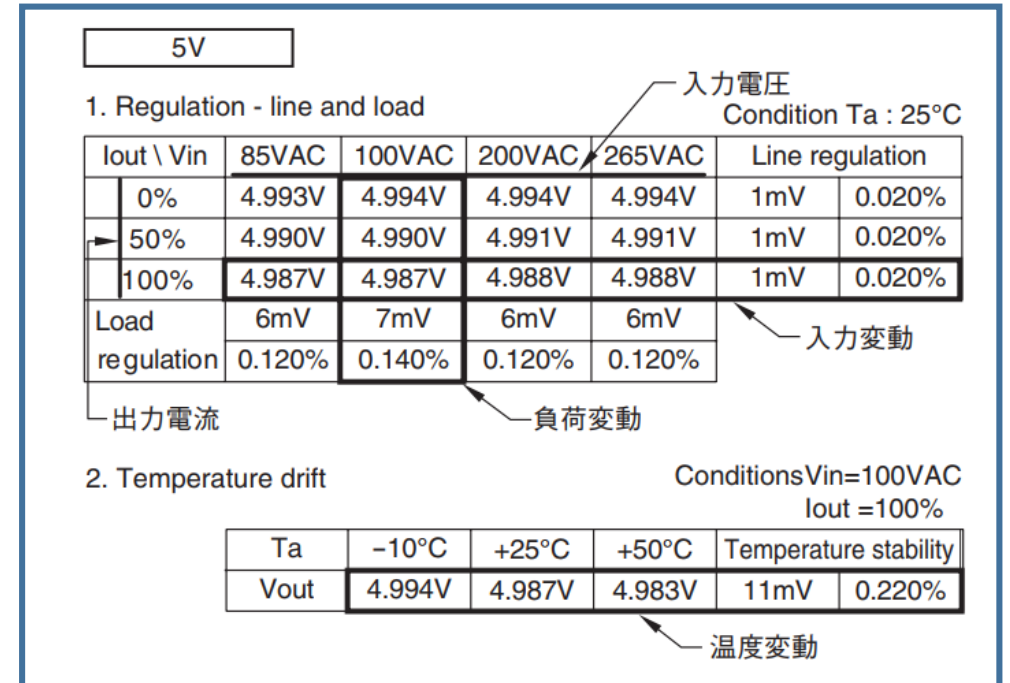
静特性：電源出力の **定常** 状態における各種特性

- 入力, 負荷, 温度変動 (ΔV_o vs $\Delta V_i / \Delta Z_o (\Delta I_o) / \Delta T_a$)

入力 **電圧**, 出力 **電流**, 周囲 **温度** の **変化** に対しての **出力電圧** の **安定度**

各種変動に対する静特性

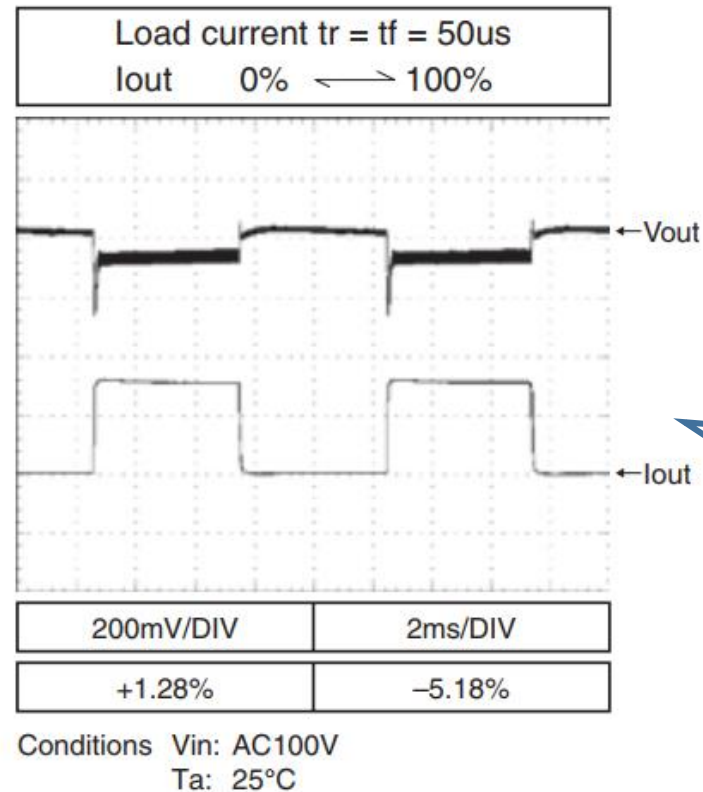
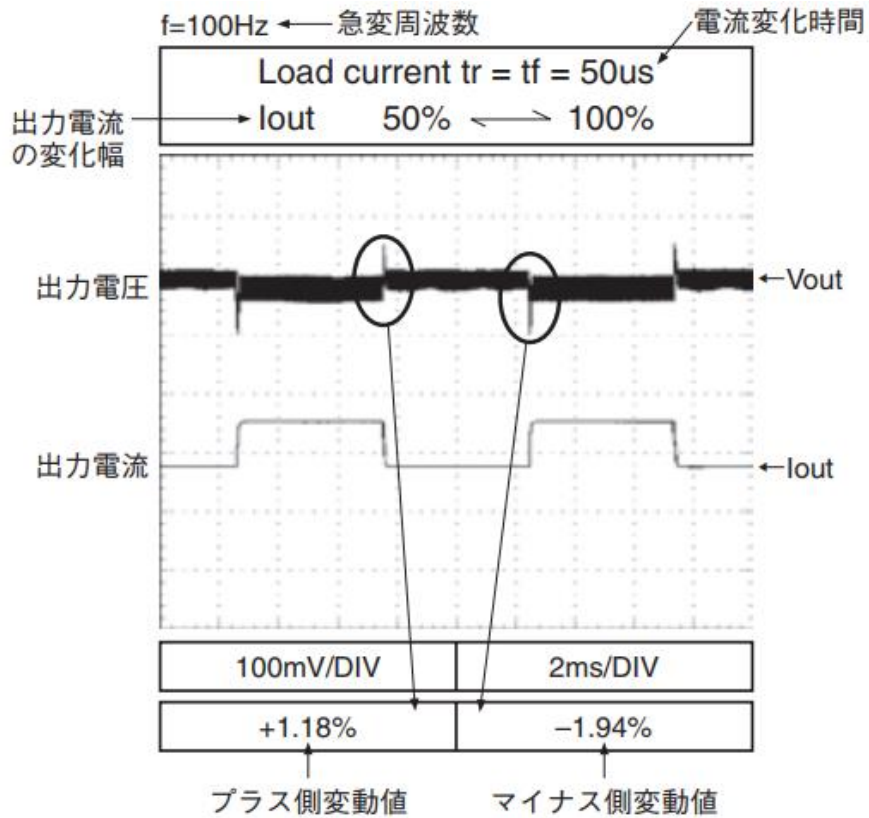
- 入力電圧変動： **ラインレギュレーション**
- 負荷変動： **ロードレギュレーション**
- 周囲温度変動： **温度ドリフト**



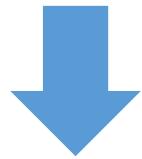
- 出力電圧・出力リップル電圧 対 入力電圧 ($\Delta V_o / \Delta V_{o_ripple}$ vs ΔV_i)
- 効率, 力率, 入力電流 対 出力電流 ($\cos\phi / \eta / \Delta I_i$ vs ΔI_o)

動特性：過渡応答特性（負荷（出力電流）急変）

• 負荷過渡特性（Load Transient Response）



ステップアップ／ダウン
負荷変動

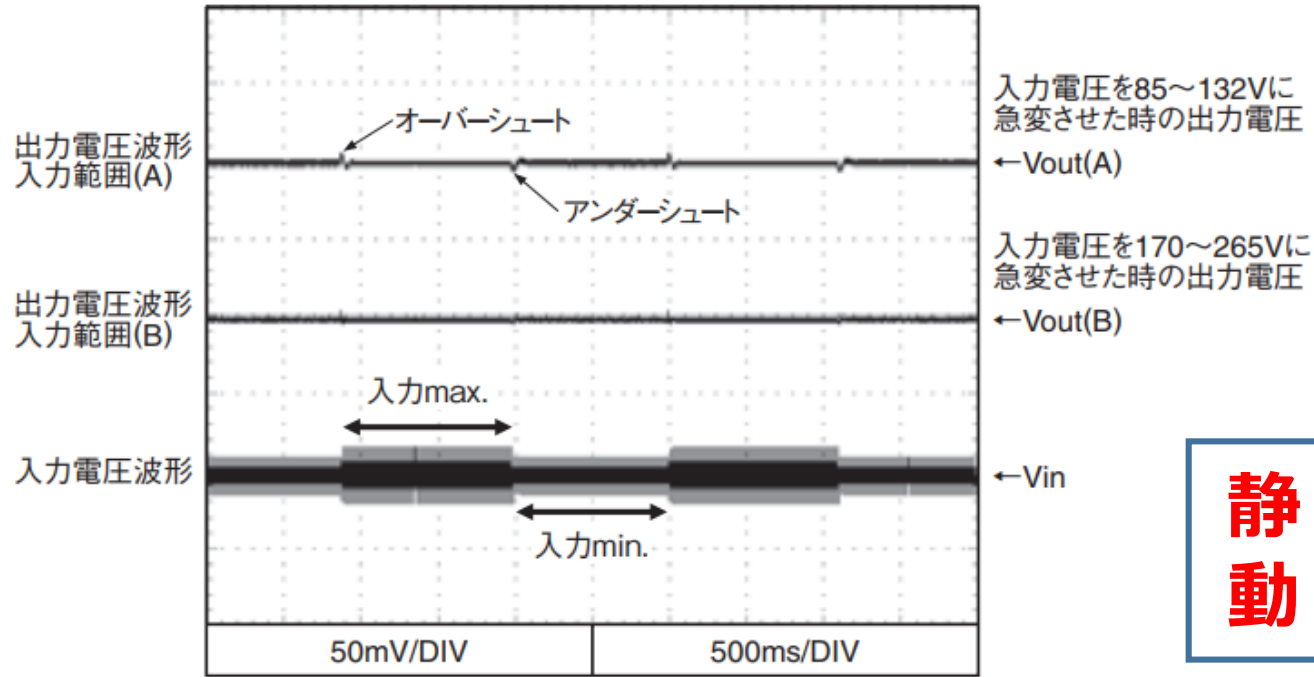


重 負荷 / **軽** 負荷
切替え

電源の制御系では、**出カインピーダンス** に関わる

動特性：過渡応答特性（入力電圧急変）

- 入力電圧過渡特性（Input Voltage Transient Response）



Conditions Vin: AC85 to 132V(A)
AC170 to 265V(B)
Iout: 100%
Ta: 25°C

静特性（定常状態）に対して、
動特性（過渡状態）と呼ばれる

電源の制御系では、**入出力特性（オーディオ・サセプタビリティ）**に関わる

- **電磁干渉** 性 (**E** lectro-**M** agnetic **I** nterference : **EMI**)

電源自体が発生する電磁 **ノイズ** を
どれだけ抑えられているか

電源から発生するノイズは
エミッション (Emission)と呼ばれる

- **電磁感受** 性 (**E** lectro-**M** agnetic **S** usceptibility : **EMS**)

電源がどれだけ
電磁ノイズに **耐性** があるか

イミュニティ (Immunity)
とも呼ばれる

- **電磁両立** 性 (**E** lectro-**M** agnetic **C** ompatibility : **EMC**)

電源が **EMI** と **EMS** を
どれだけ兼ね備えているか

EMC = EMI + EMS

信頼性データ（SMPSの寿命と試験）

- **MTBF** (**M**ean **T**ime **B**etween **F**ailures) : **平均故障間隔**
故障せずに動作する時間の平均値 ⇒ 電源やシステムの **信頼性** (Reliability)を表す
- 部品 **デレーティング**
部品の定格に対してどのくらいの余裕度を持っているか ※デレーティング : **低減率**
- 電解コンデンサの推定寿命
電解コンデンサには温度依存性があり, **アレニウスの法則** (アレニウスの10°C2倍則) に
よって, 推定することが可能
- アブノーマル試験
- 主要部品の温度上昇
- 振動試験
- ノイズシミュレーション試験
- 熱衝撃試験

アレニウスの式

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{k_B T}\right)$$

k : 部品の寿命

A, E_a : 故障モードごとの固有の定数

k_B : ボルツマン定数

T : 絶対温度

取得を要求される主要国際規格・規制

- **安全規格（規制）**：機器を火災・感電などが無く，安全に使用できるように定められた規制
⇒日本：**電気用品安全法（電安法）**
- 高周波電流規制
- 雑音端子電圧
- 雑音電界強度
- **EMC規制** ⇒ エミッション規制(EMI), イミュニティ規制(EMS)
- **RoHS指令**：有害 **6** 物質の削減・除去を定める法規制 2015年に改訂⇒ **10** 項目
有害6物質（**鉛**，**カドミウム**，**水銀**，**六価クロム**，**ポリ臭化ビフェニール (PBB)**，**ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE)**）
新規追加物質：DEHP, BBP, DBP, DIBP
- REACH規則

