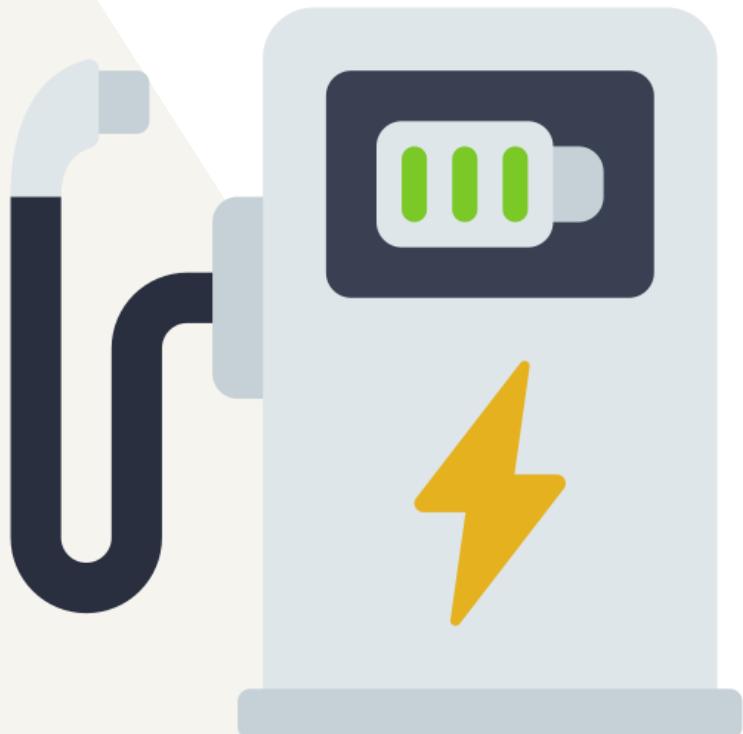


KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

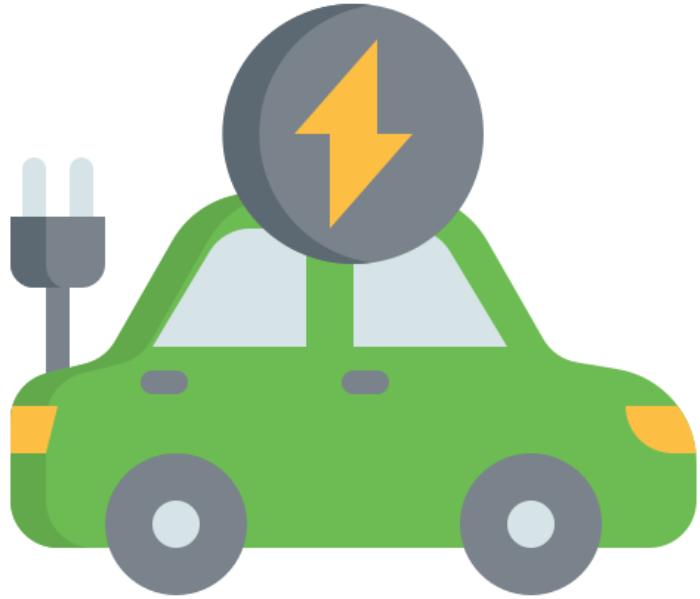
Đề tài:

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH SẠC NHANH CHO
PIN LITHIUM ION**

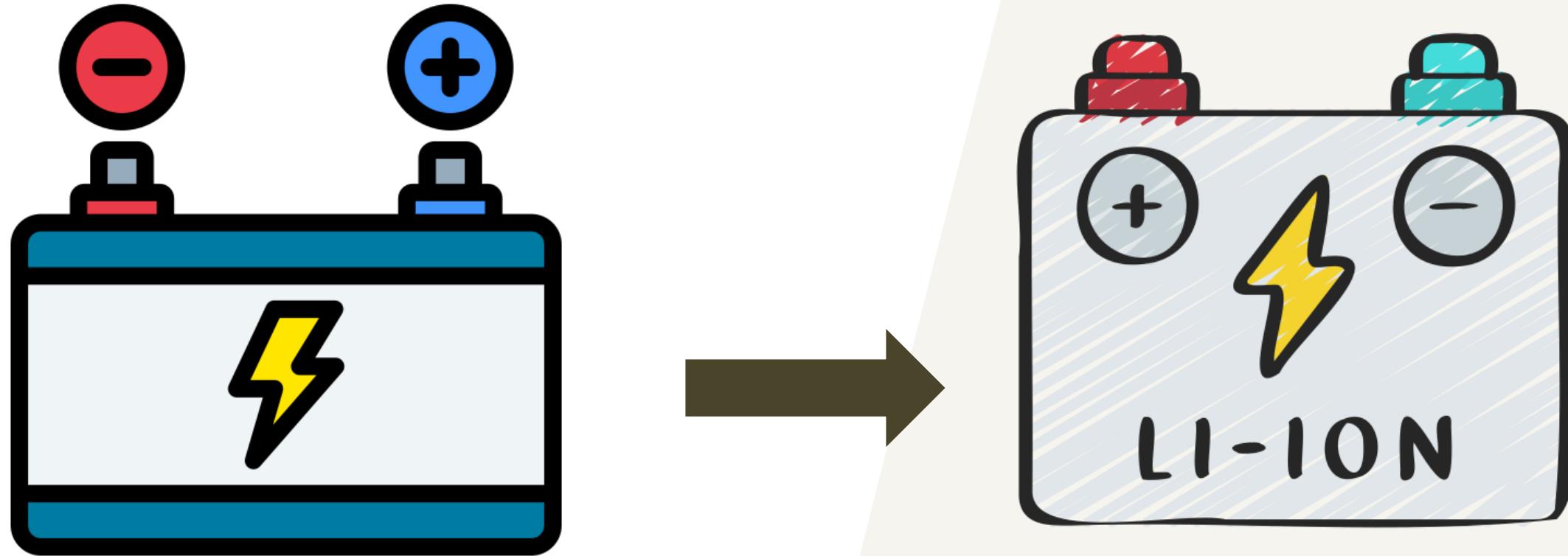


GVHD: TS. Trần Tấn Tài
SVTH: Hồ Công Trình

GIỚI THIỆU



- **Cải thiện chất lượng không khí**
- **Giảm tiếng ồn đô thị**
- **Chi phí bảo dưỡng thấp**
- **Momen lớn và khả năng tăng tốc tốt hơn**
- **Hiệu suất chuyển đổi năng lượng cao**
- **Đi cùng với nhu cầu bảo vệ môi trường trong khi nhu cầu sử dụng năng lượng ngày một tăng cao, vì thế năng lượng tái tạo đang dần trở nên phổ biến**

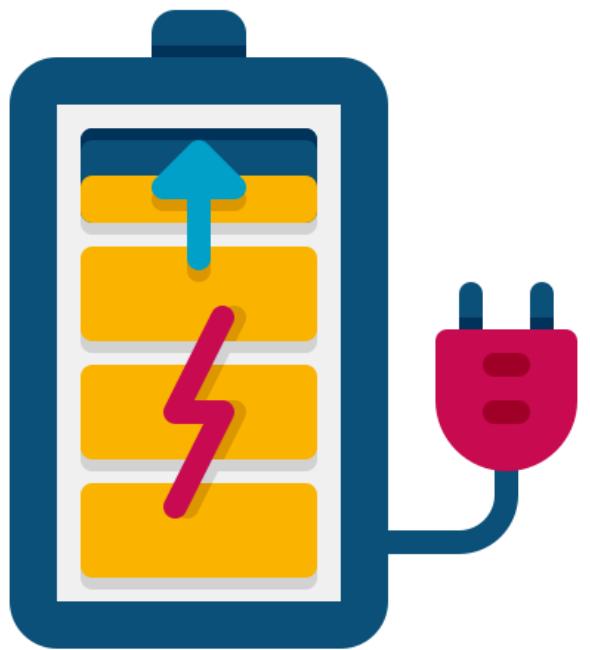


- Để vận hành ổn định và liên tục, hai lĩnh vực này cần một hệ thống Pin lưu trữ năng lượng hiệu quả để cung cấp và dự trữ năng lượng.

Với nhiều ưu điểm:

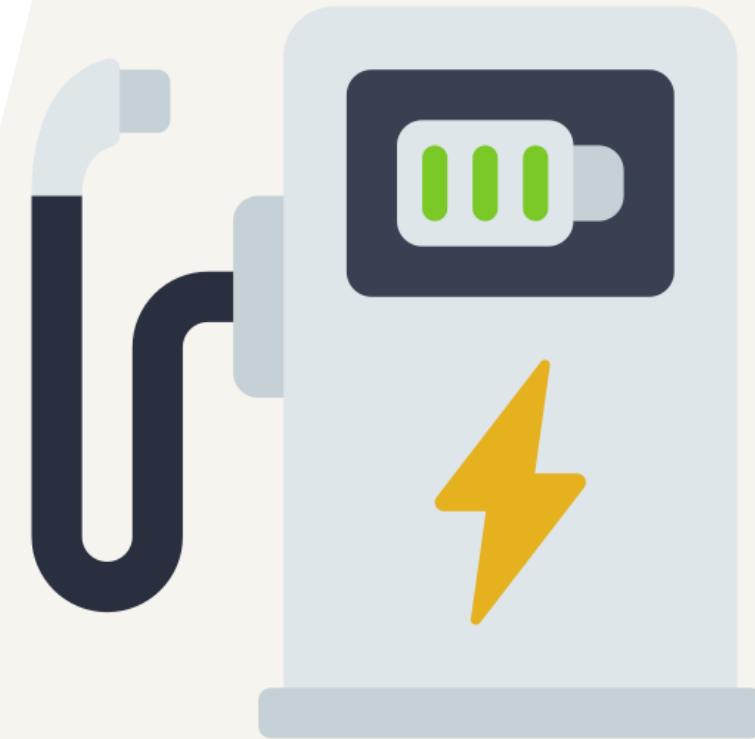
- Điện áp hoạt động cao
- Năng lượng dự trữ lớn
- Phạm vi nhiệt độ hoạt động rộng
- Tuổi thọ cao hơn các CN pin khác

→ Pin Lithium-ion đã trở thành một trong những nguồn năng lượng hứa hẹn cho xe điện và hệ thống lưu trữ trong lĩnh vực năng lượng tái tạo



**Để khai thác tối đa tiềm năng
của nguồn năng lượng này cũng
như hạn chế nhược điểm của nó**

**→ Công nghệ sạc nhanh
cho pin Lithium nhận
được nhiều sự quan tâm.**



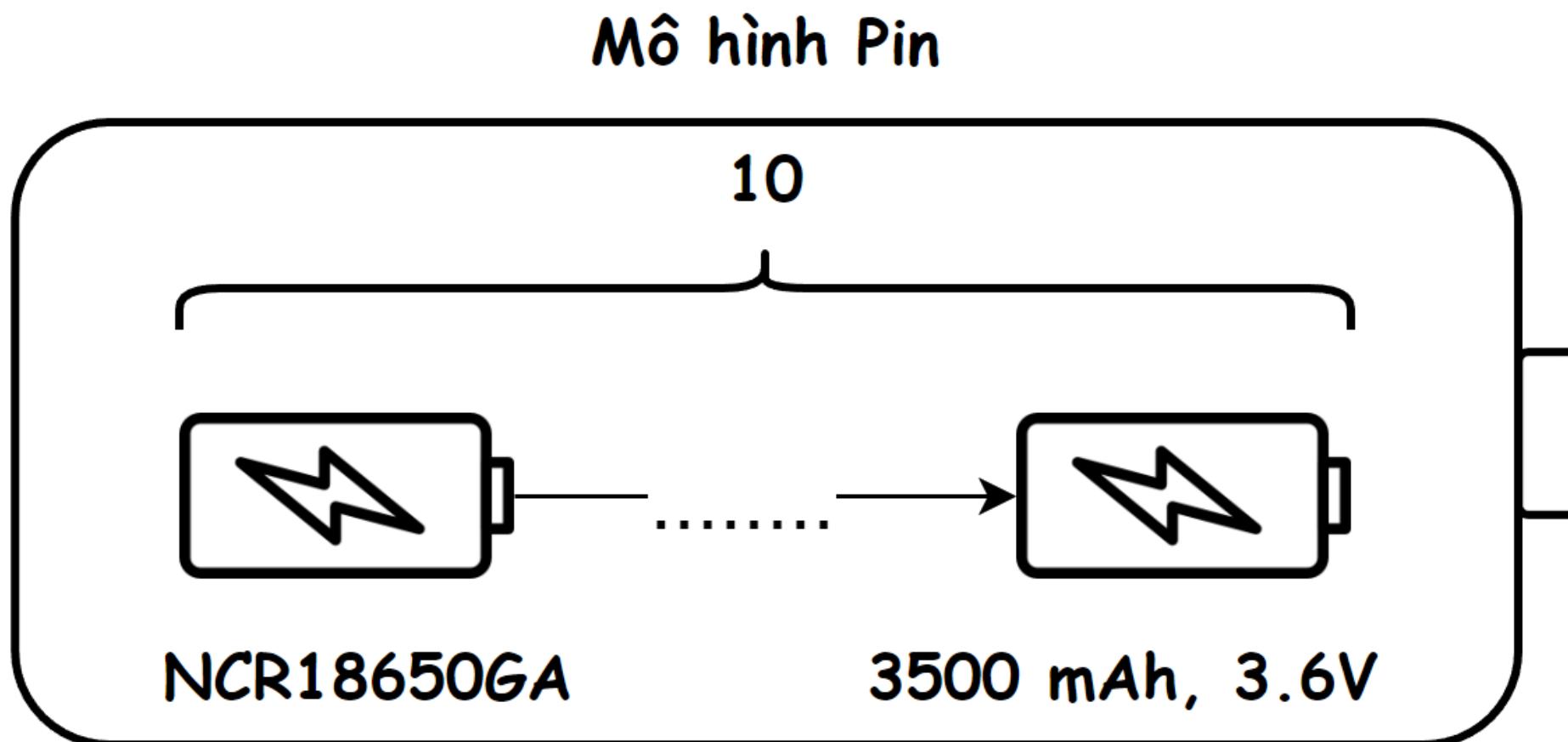
**Trong đó, bộ chuyển đổi đóng vai
trò quan trọng và không thể thiếu
trong hệ thống sạc. Với nhiệm vụ
chuyển đổi điện áp và dòng điện
từ nguồn thành dạng phù hợp để
nạp cho Pin.**

Một số khái niệm liên quan

- **Trạng thái tích điện (SOC):** được xác định thông qua việc sử dụng hai thuật ngữ - trạng thái tương đối và tuyệt đối. Trạng thái tương đối mang giá trị từ 0%-100% (100% khi nạp đầy và 0% khi xả cạn).
- **Tốc độ sạc và xả (C):** Thuật ngữ 1C được sử dụng để biểu thị tốc độ dòng điện sẽ khiến tế bào được phóng điện hoàn toàn hoặc nạp đầy trong một giờ.
- **Điện áp sạc tối đa:** điện áp sạc của pin Li-ion thường là 4,2V và 4,35V.
- **Sạc đầy:** khi chênh lệch giữa điện áp của pin và điện áp sạc cao nhất nhỏ hơn 100mV và dòng sạc giảm xuống C/10, thì được coi là đã sạc đầy.
- **Chu kỳ hoạt động:** Một chu kỳ là quá trình trải qua quá trình sạc và xả hoàn toàn bởi một tế bào.
- **Tuổi thọ:** Thông thường, sau 500 chu kỳ sạc-xả, dung lượng của một tế bào được sạc đầy sẽ giảm từ 10% đến 20% so với dung lượng được thiết kế.

Đối tượng thiết kế

- Để gần với thực tế, mô hình được thiết kế để sạc cho khối pin Lithium - ion có điện áp định mức **36V** (khi sạc đầy là 42V), dung lượng **3,5Ah**. Được ghép từ **10 cell pin NCR18650GA 3500mAh**



Thông số kỹ thuật

Thông số tải	Giá trị
Điện áp đặt lên Pin	30 VDC – 42 VDC
Dòng điện tối đa đặt lên tải	3.3A (1C)

Thông số mạch thiết kế	Giá trị
Điện áp cấp	195 VAC – 270 VAC
Tần số lưới điện	50/60 Hz
Điện áp ngõ ra	30 VDC – 42 VDC
Công suất ngõ ra	15 W – 150 W
Tần số hoạt động mạch của AC-DC	50 kHz
Tần số hoạt động mạch DC-DC	50 kHz

Như thế nào là “sạc nhanh”

Đơn giản

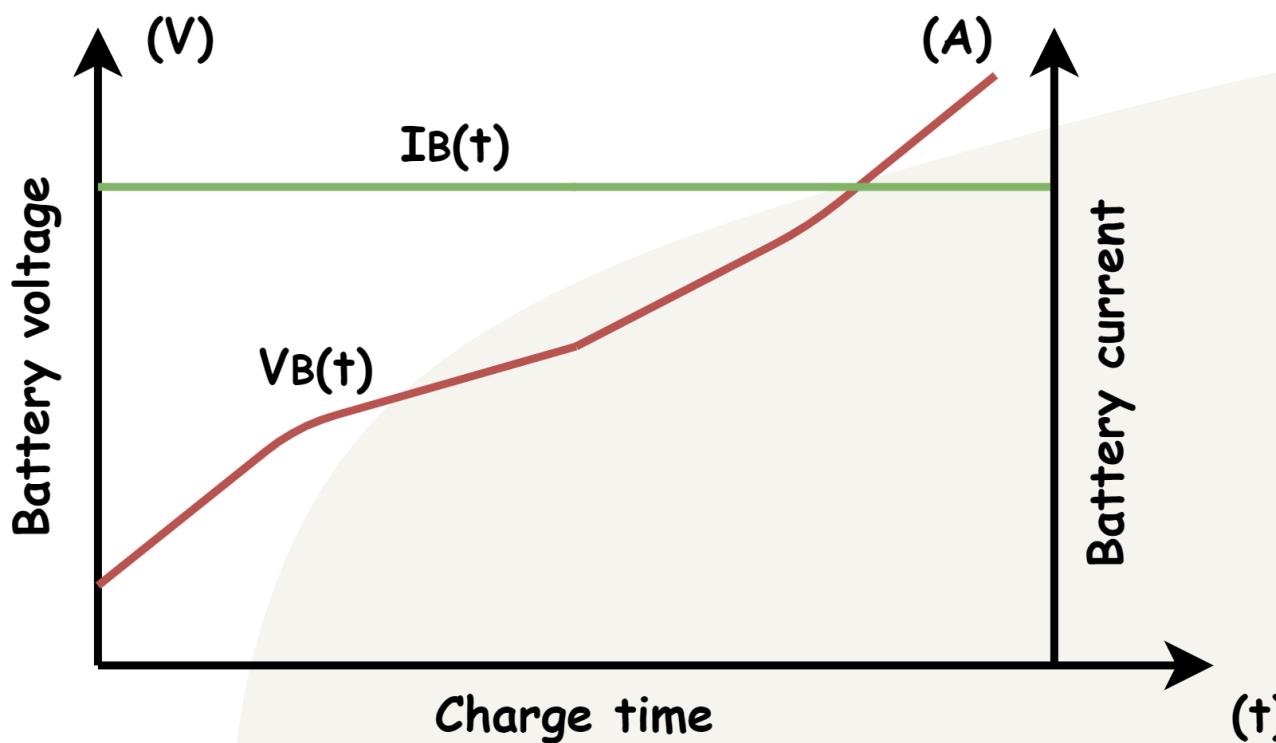
- Sạc với một mức điện áp
 - Sạc với một mức dòng điện
- Đặt một giá trị dòng điện hoặc điện áp cố định lên Pin, tốc độ có thể rất nhanh hoặc rất chậm
- ❖ Có giai đoạn, các giá trị đặt lên Pin vượt quá thông số quy định, gây nguy hiểm và giảm tuổi thọ pin.

Tối ưu

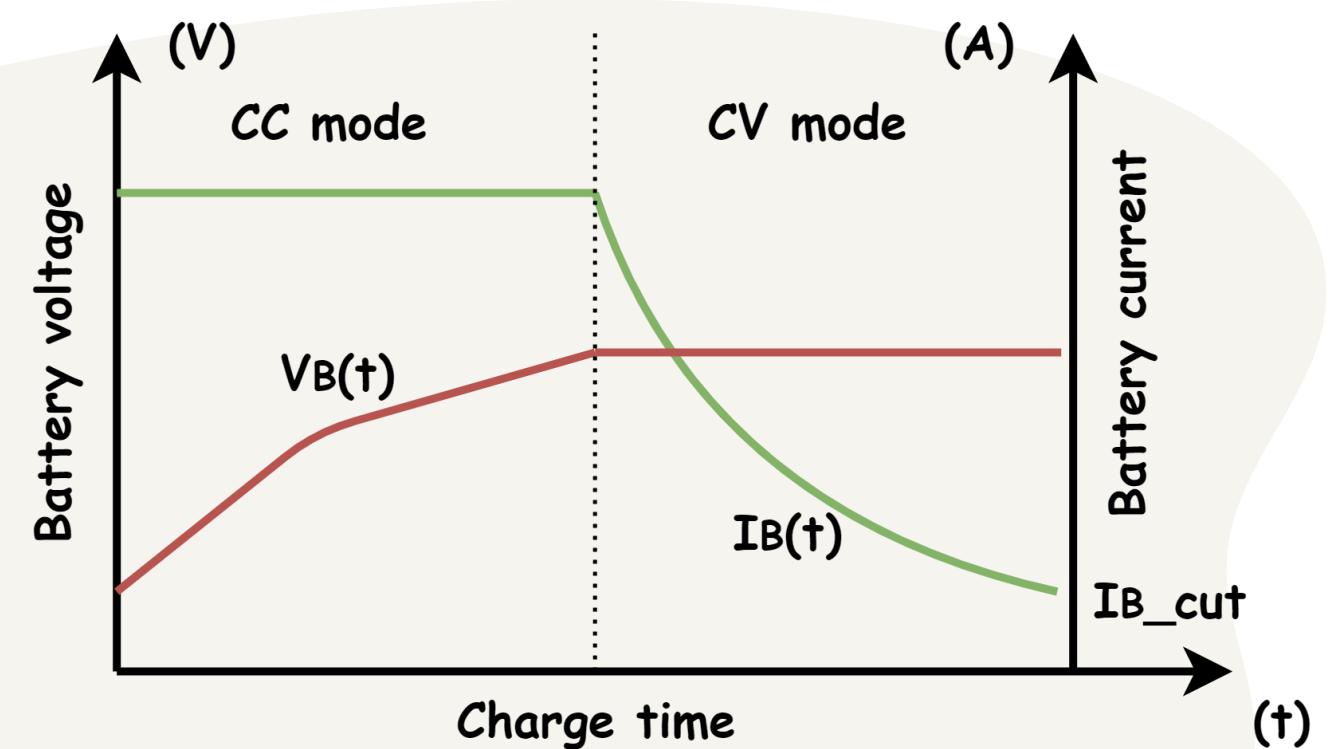
- Sạc với nhiều mức điện áp, dòng điện khác nhau, tùy vào từng giai đoạn và phương pháp điều khiển.
- Các giá trị dòng điện và điện áp được giữ ở giá trị tối đa cho phép, giúp tối ưu thời gian sạc mà vẫn đảm bảo an toàn cho thiết bị, hệ thống

Như thế nào là “sạc nhanh”

Đơn giản



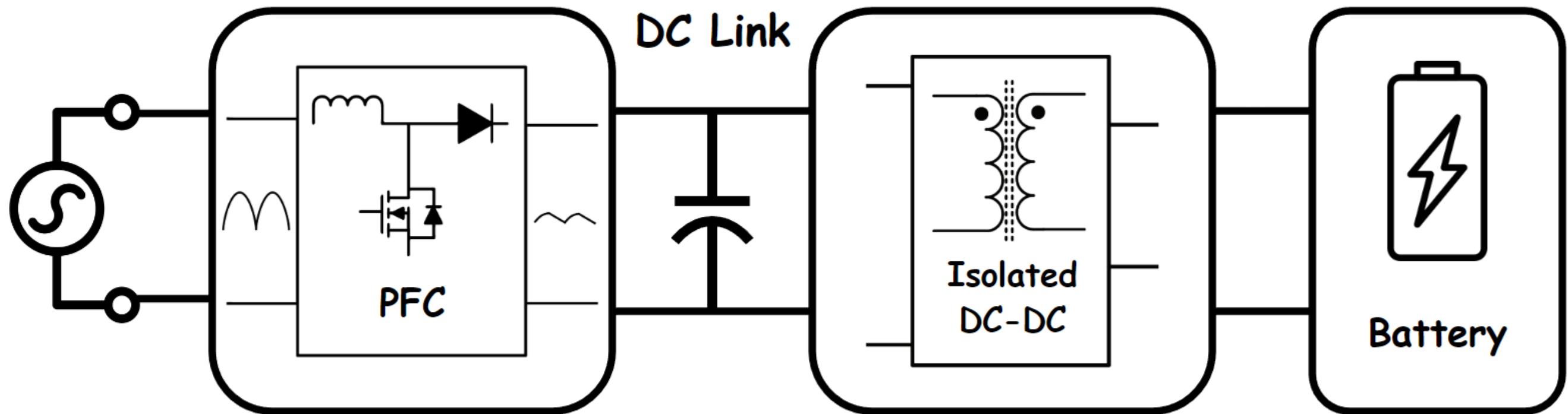
Tối ưu



- Sạc với một mức dòng điện

- Phương pháp kinh điển CC-CV

Cấu trúc cơ bản của bộ sạc



Cấu hình chuyển đổi cơ bản của bộ sạc cho xe điện bao gồm:

- Bộ lọc EMI đầu vào
- Một bộ chuyển đổi tăng áp AC/DC có hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC)
- Bộ chuyển đổi DC-DC cách ly
- Bộ lọc đầu ra

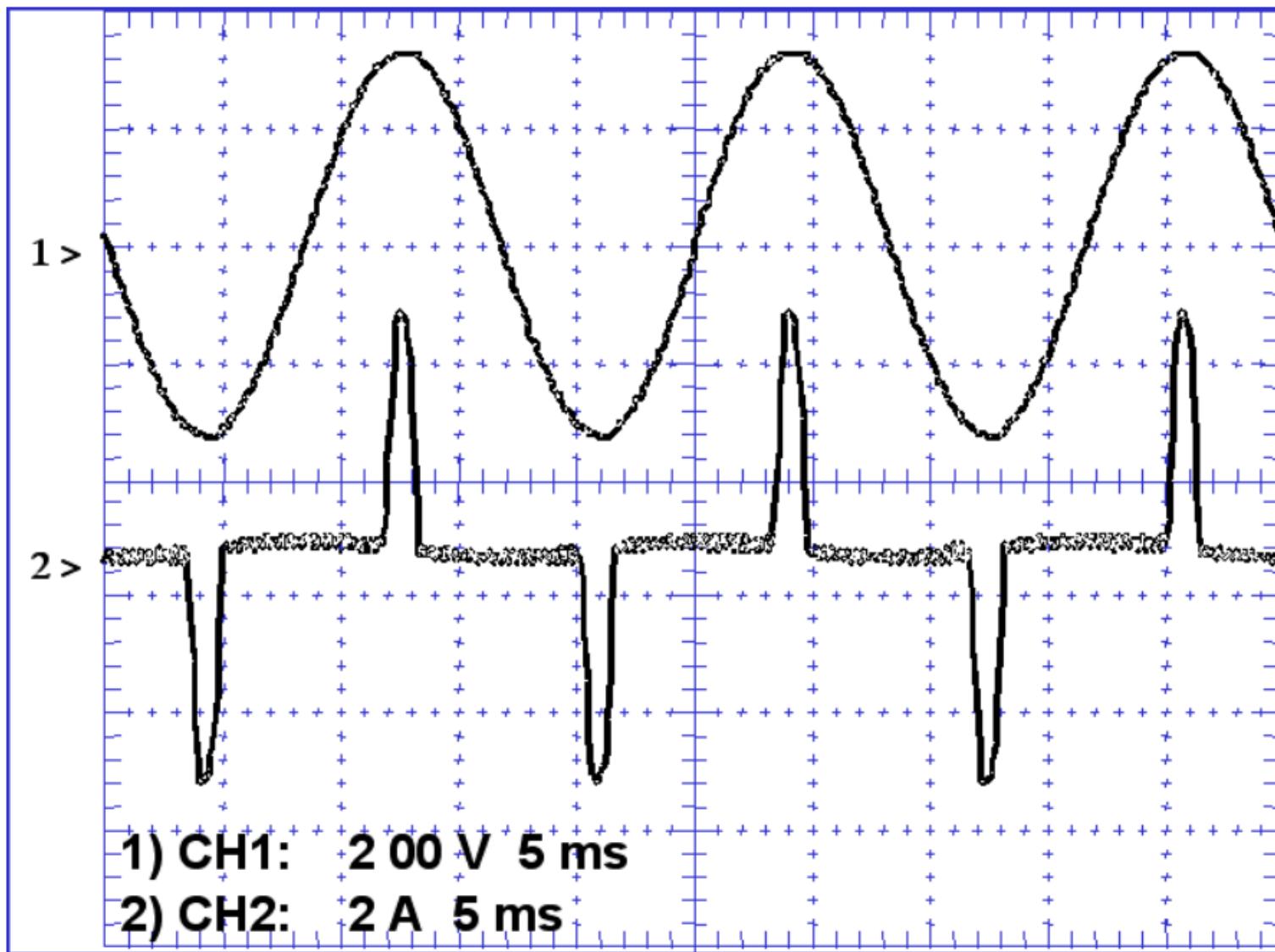
Hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC) là gì

- Hệ số công suất được định nghĩa đơn giản là tỷ lệ giữa công suất tác dụng và công suất biểu kiến

$$PF = \frac{P \text{ (WAT)}}{S \text{ (VA)}}$$

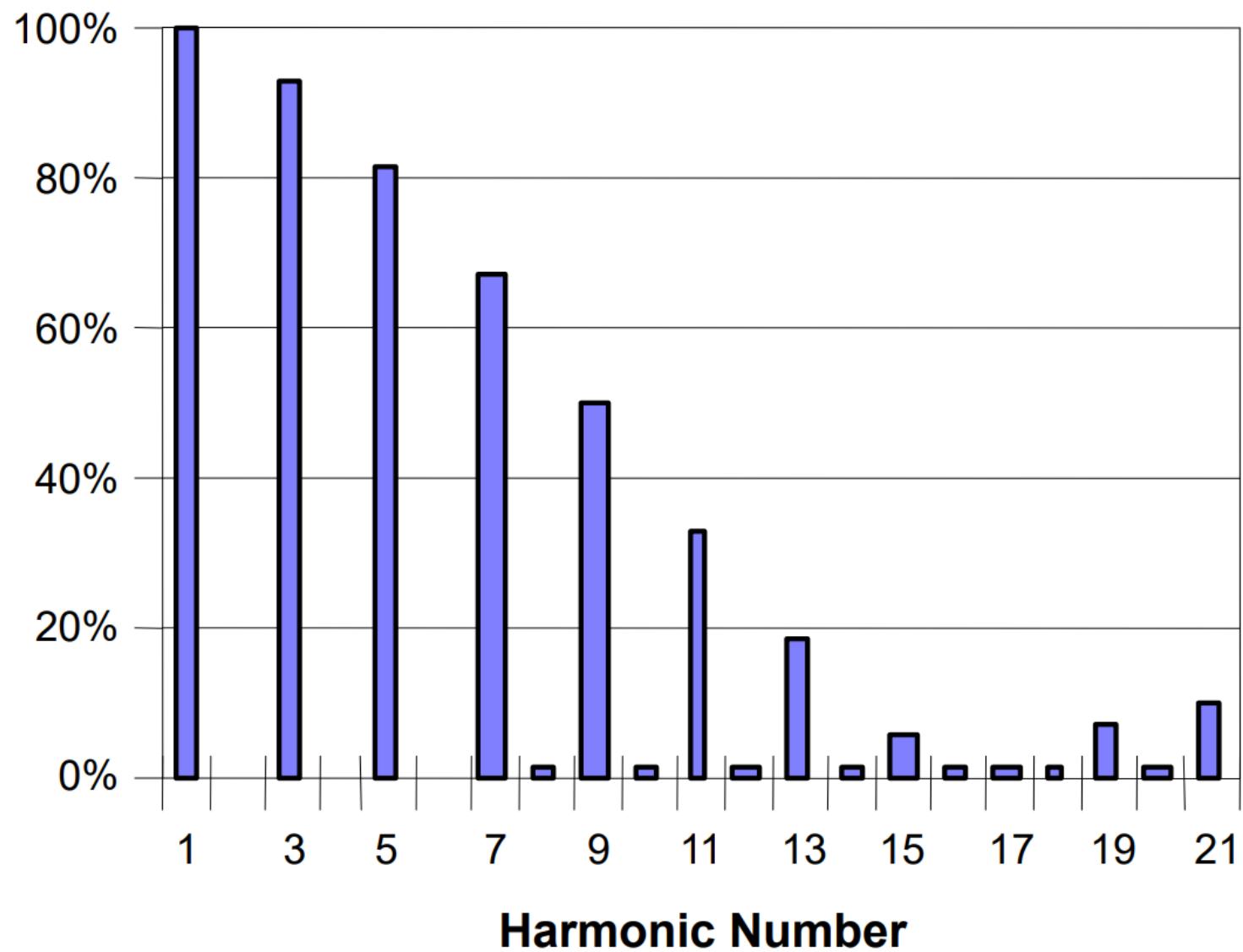
- Nếu cả dòng điện và điện áp đều có dạng hình sin và cùng pha thì hệ số công suất là 1.
- Nếu cả hai đều hình sin nhưng không cùng pha thì hệ số công suất là Cosin của góc lệch pha.

Hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC) là gì



- Lưu ý rằng, khi điện áp và dòng điện cùng pha nhau, nhưng dạng sóng dòng điện bị méo dạng.
- Áp dụng định nghĩa Cosin, ta dễ dẫn đến kết luận sai lầm rằng nguồn điện có hệ số công suất là 1.

Hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC) là gì



- **Hình bên cho thấy sóng hài của dạng sóng dòng điện ta vừa xem**
- **Vì chỉ có thành phần cơ bản tạo ra công suất thực, trong khi các thành phần hài góp phần tạo nên công suất biểu kiến, nên hệ số công suất thực tế thấp hơn nhiều so với 1.**

Hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC) là gì

- Tỷ số của tổng thành phần sóng hài với thành phần cơ bản được biểu thị bằng một thuật ngữ gọi là THD - Total Harmonic Distortion.
- Từ các minh họa trên, ta thấy rằng hệ số công suất cao sẽ đồng nghĩa với sóng hài thấp.

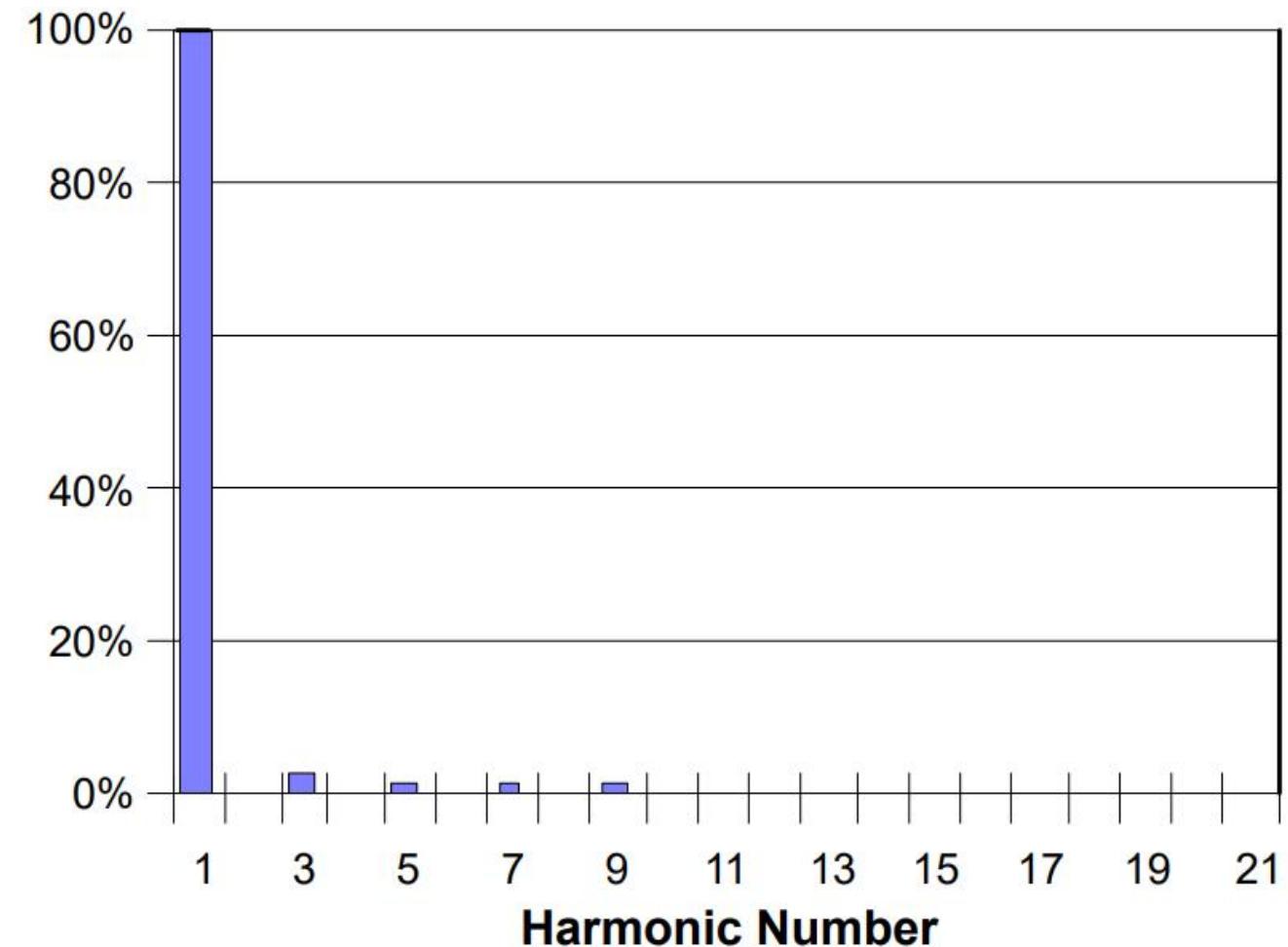
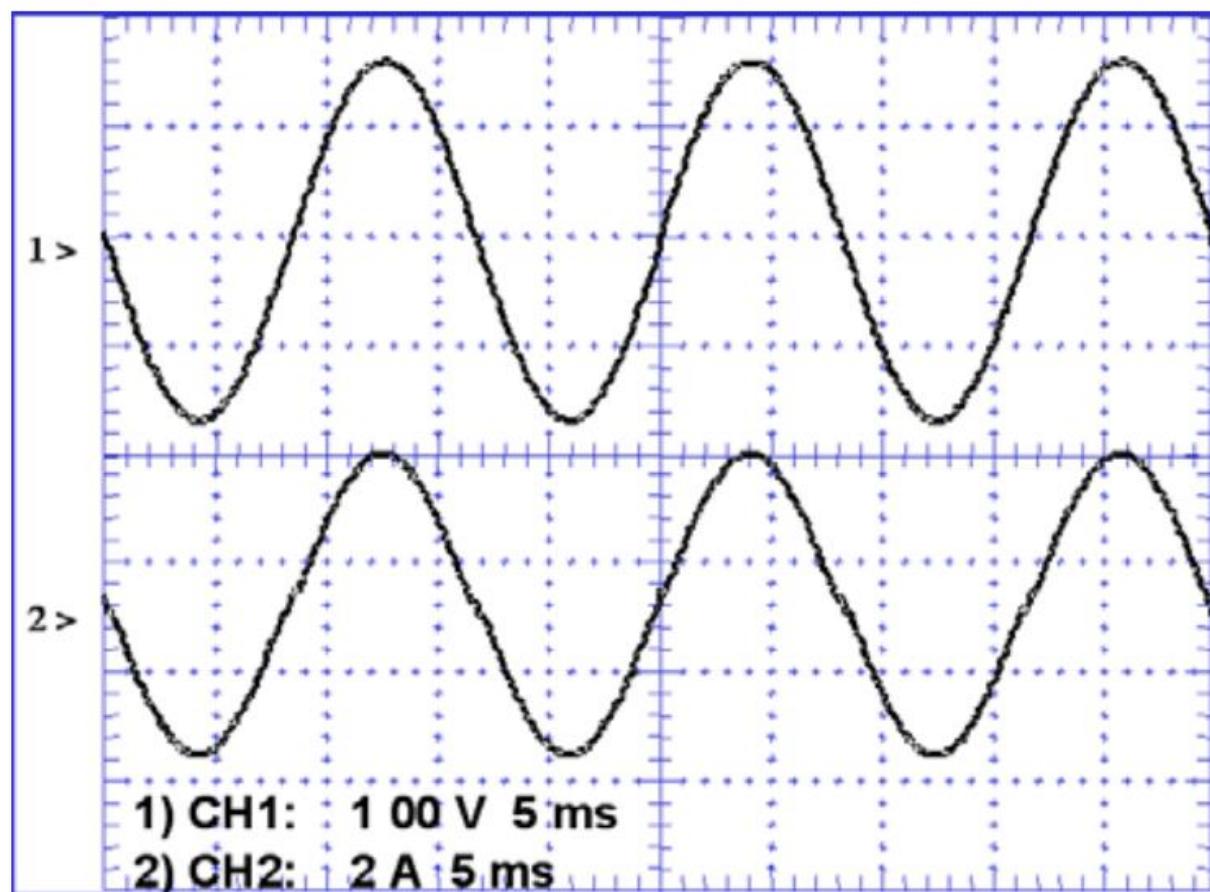
- Phương trình sau thể hiện mối quan hệ giữa độ méo hài và hệ số công suất.

$$THD(\%) = 100 \cdot \sqrt{\sum_{P=2}^{\infty} \frac{I_P^2}{I_1^2}}$$

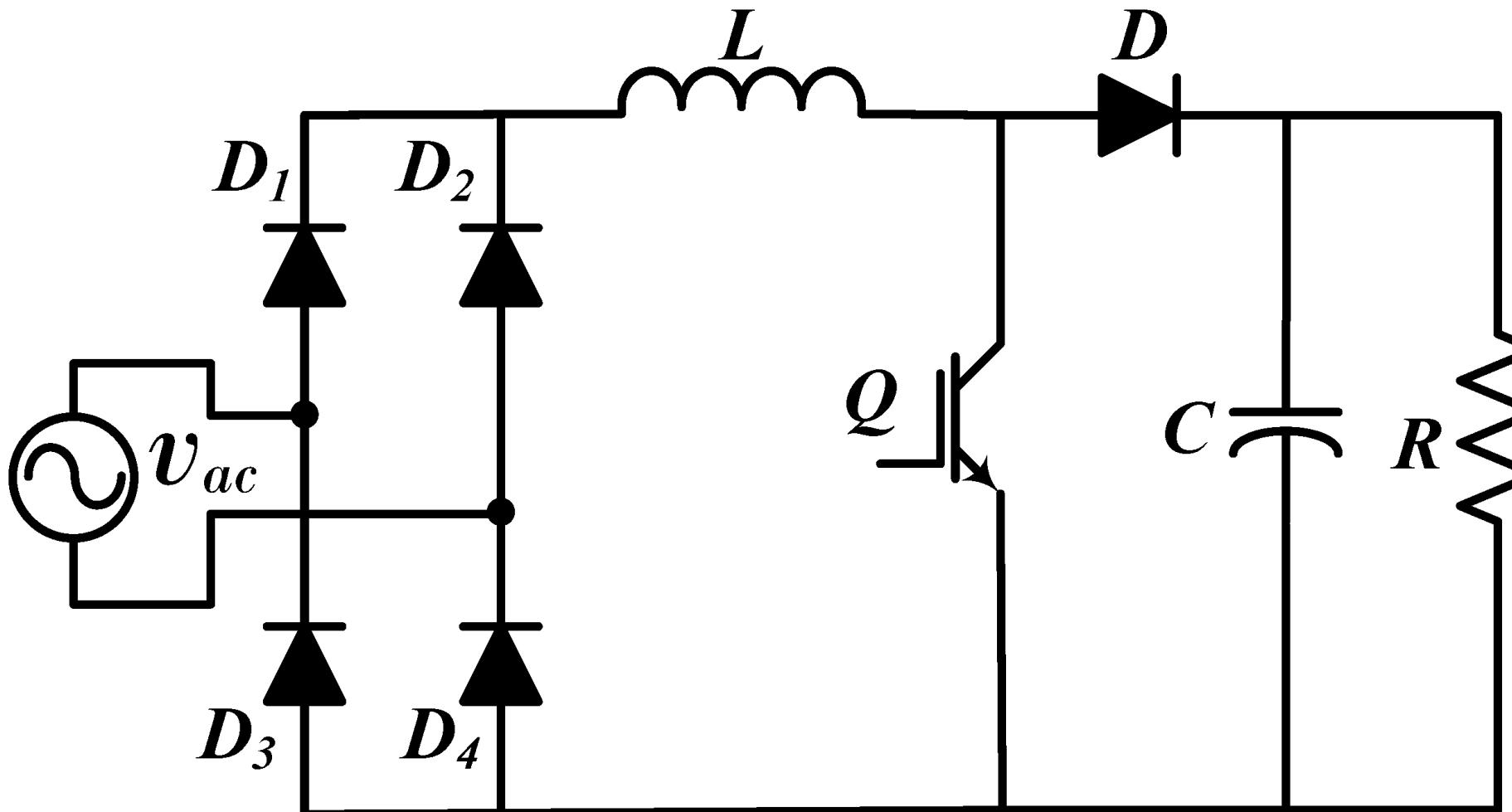
$$\cos \theta = PF = \sqrt{\frac{1}{1 + THD^2}}$$

Hiệu chỉnh hệ số công suất (PFC) là gì

Quá trình kiểm soát các thành phần hài của dòng điện đầu vào thường được gọi là "hiệu chỉnh hệ số công suất" (Power Factor Correction - PFC)



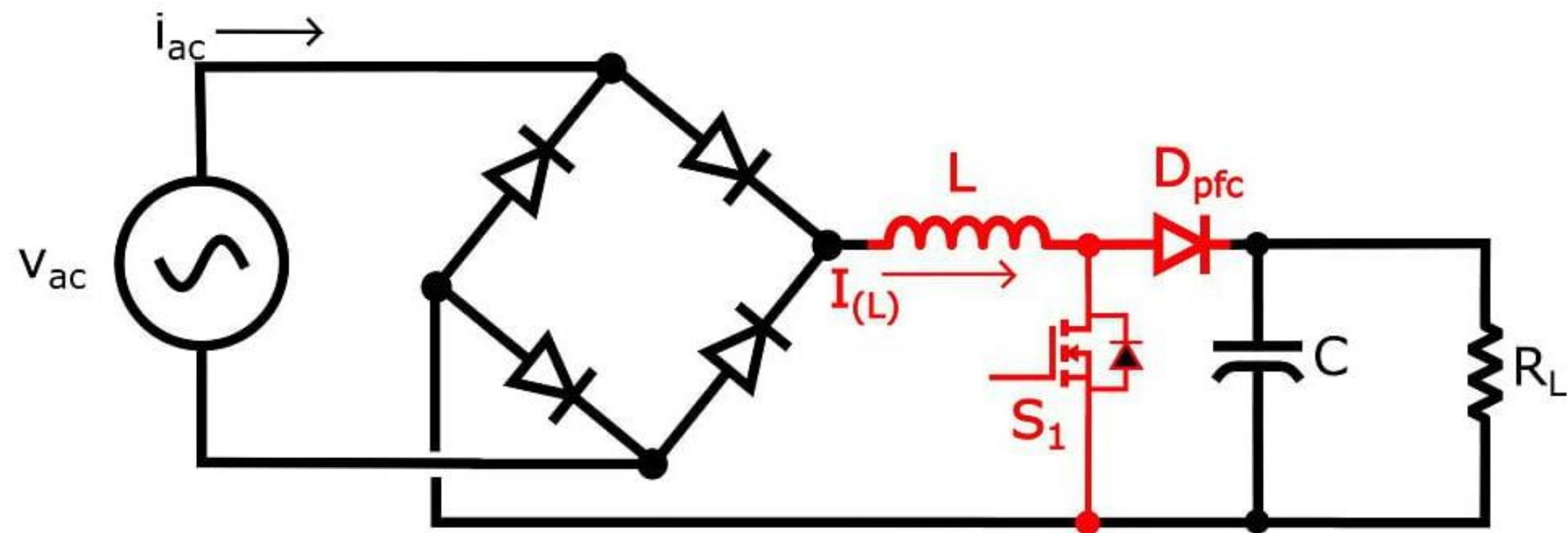
Bộ chuyển đổi AC/DC PFC



- Sử dụng bộ chuyển đổi tăng áp PFC truyền thống, hoạt động ở chế độ CCM

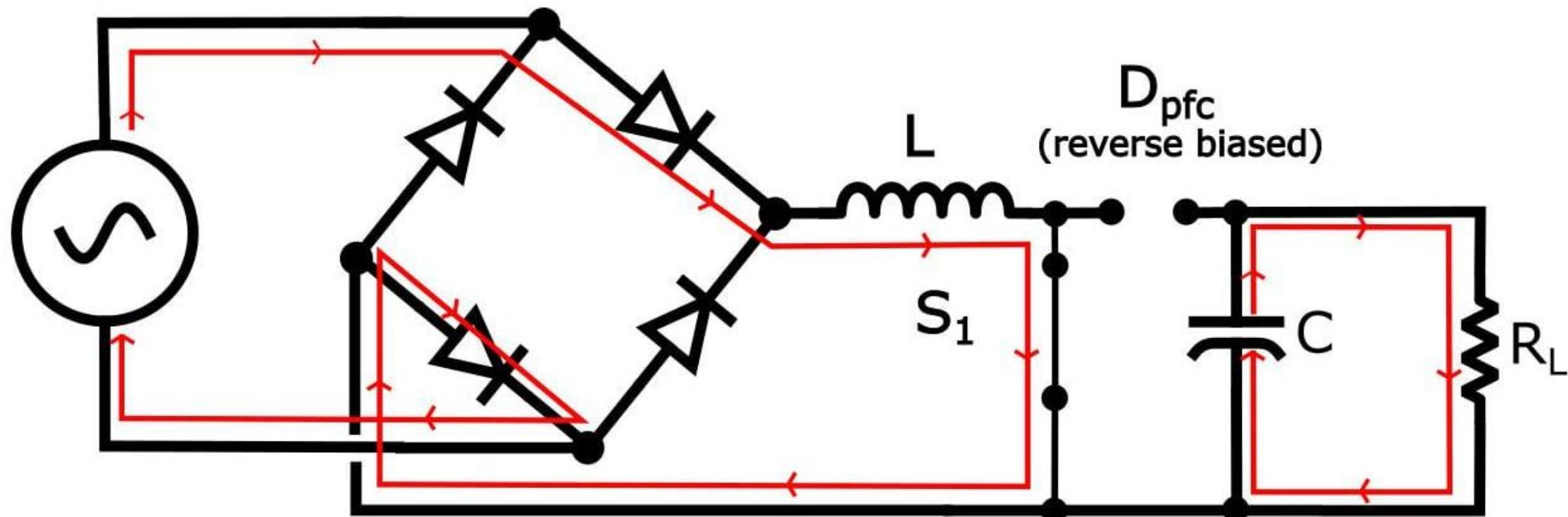
Nguyên lý hoạt động

- Mục tiêu chung của bộ biến đổi PFC tăng áp là đóng và cắt khóa bán dẫn (S_1) nhanh chóng với tỉ lệ đóng mở khác nhau, kết hợp với các phần tử lưu trữ năng lượng để làm cho dòng điện đầu vào (I_{ac}) có dạng hình sin và cùng pha với điện áp đầu vào (V_{ac}).



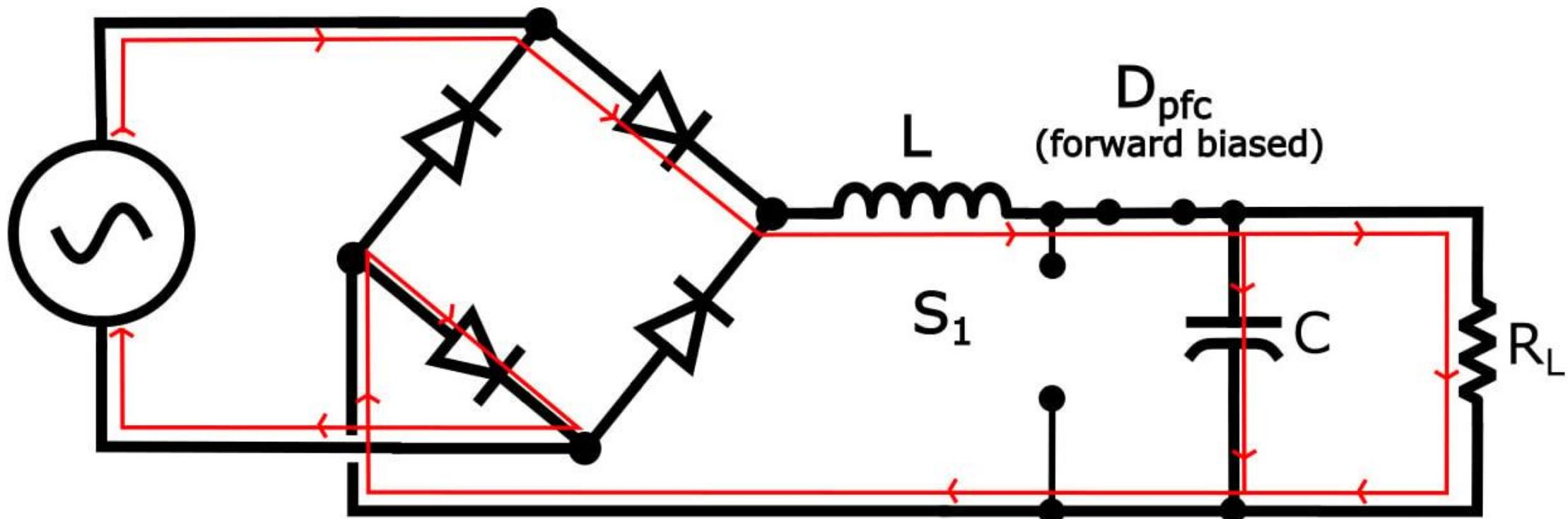
Nguyên lý hoạt động

- Ở trạng thái đầu tiên, khóa S_1 đóng: Cuộn cảm được nạp năng lượng bởi phía AC của mạch thông qua bộ chỉnh lưu, dòng điện qua cuộn cảm sẽ tăng lên. Đồng thời, đi-ốt D_{pfc} phân cực ngược và tụ điện cấp năng lượng cho tải.

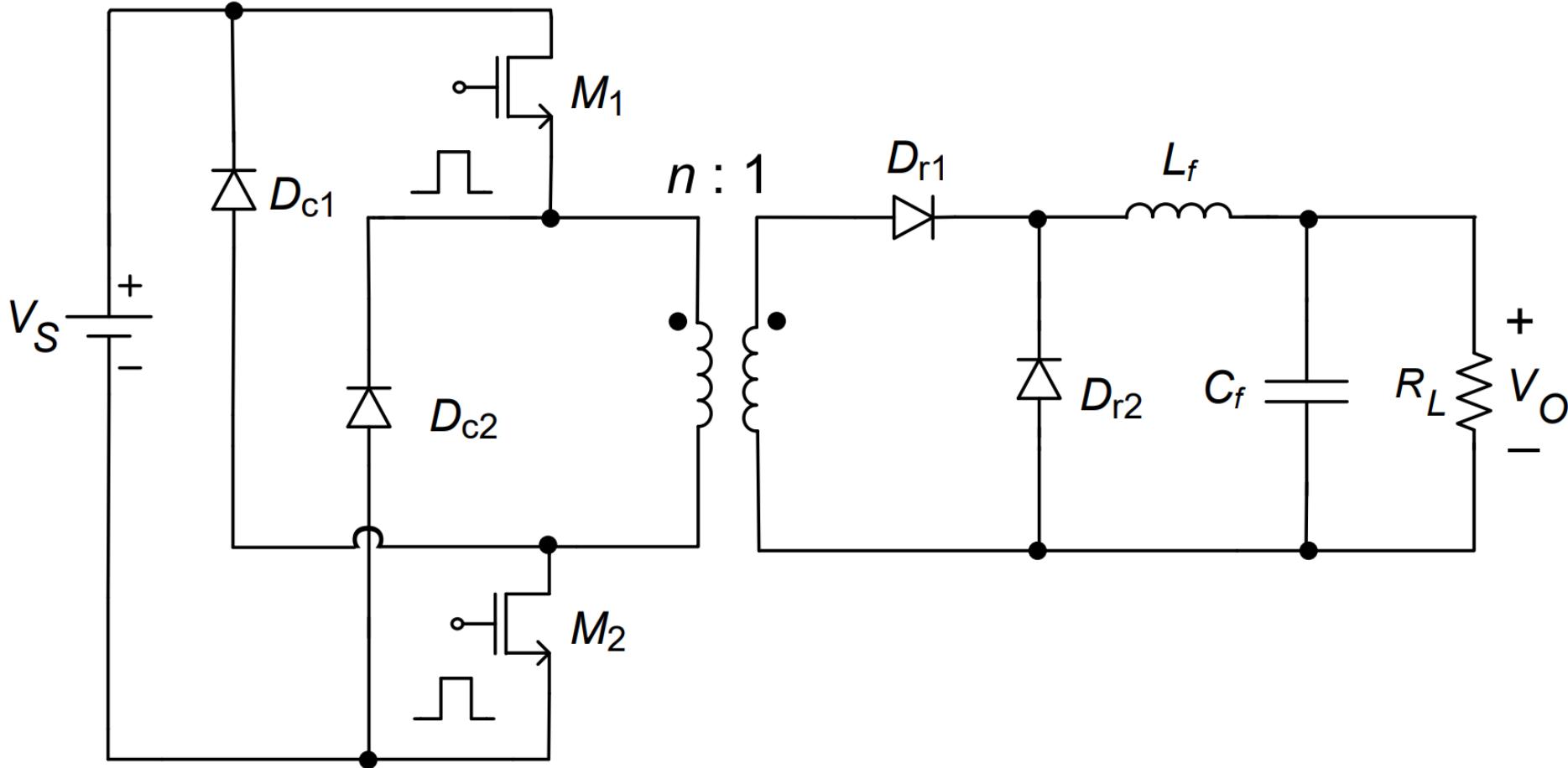


Nguyên lý hoạt động

- Ở trạng thái thứ 2, khóa S_1 ngắt: Cuộn cảm giải phóng năng lượng (dòng điện giảm) cấp điện cho tải và nạp lại tụ điện.
- Lưu ý: Hai trạng thái trên chỉ thể hiện trong nửa bán kì dương của điện áp đầu vào, ở nửa bán kì âm tương tự, ngoại trừ dòng điện đi qua 2 di-ốt còn lại của bộ chỉnh lưu.

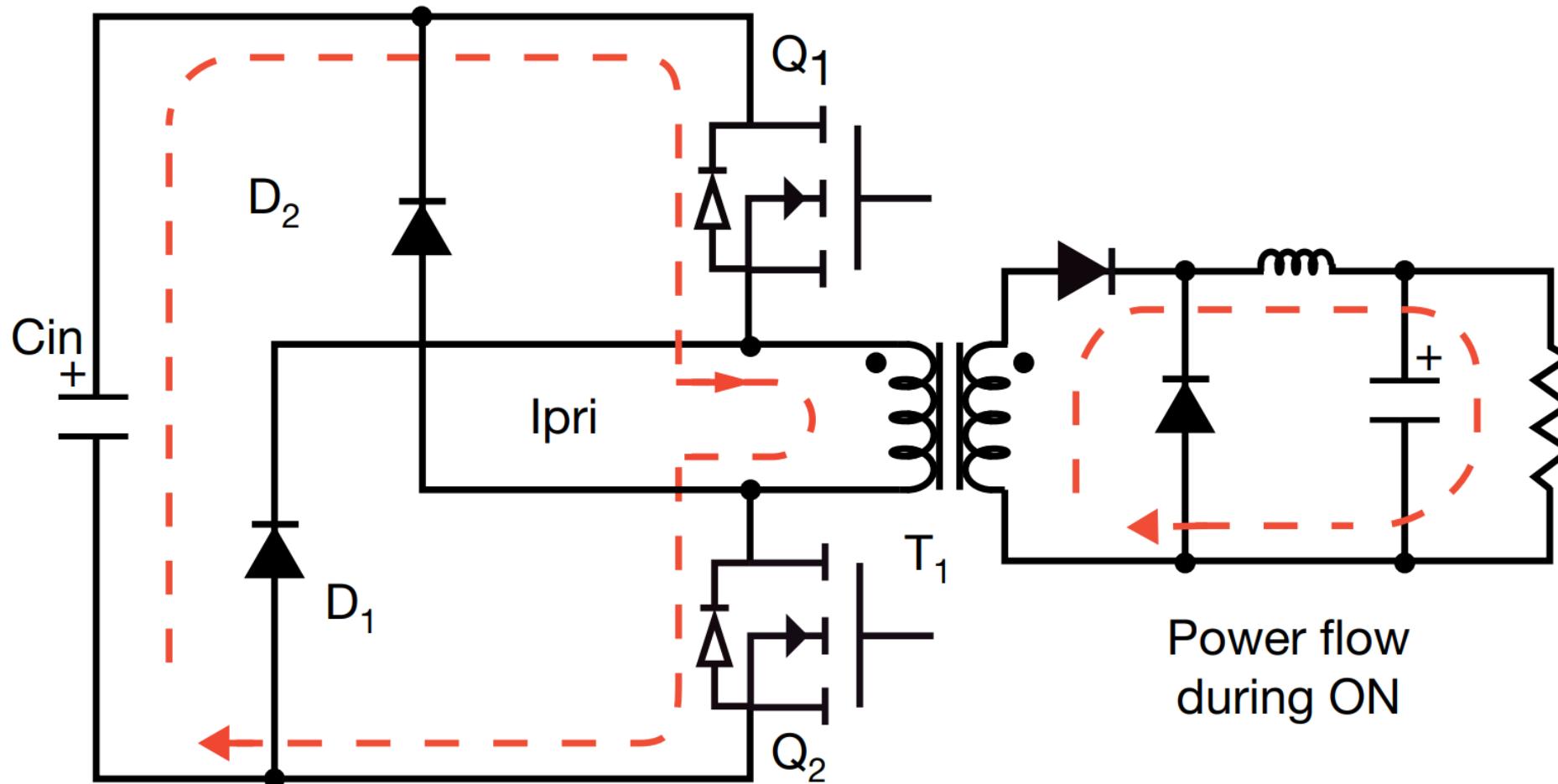


Bộ chuyển đổi DC/DC cách ly



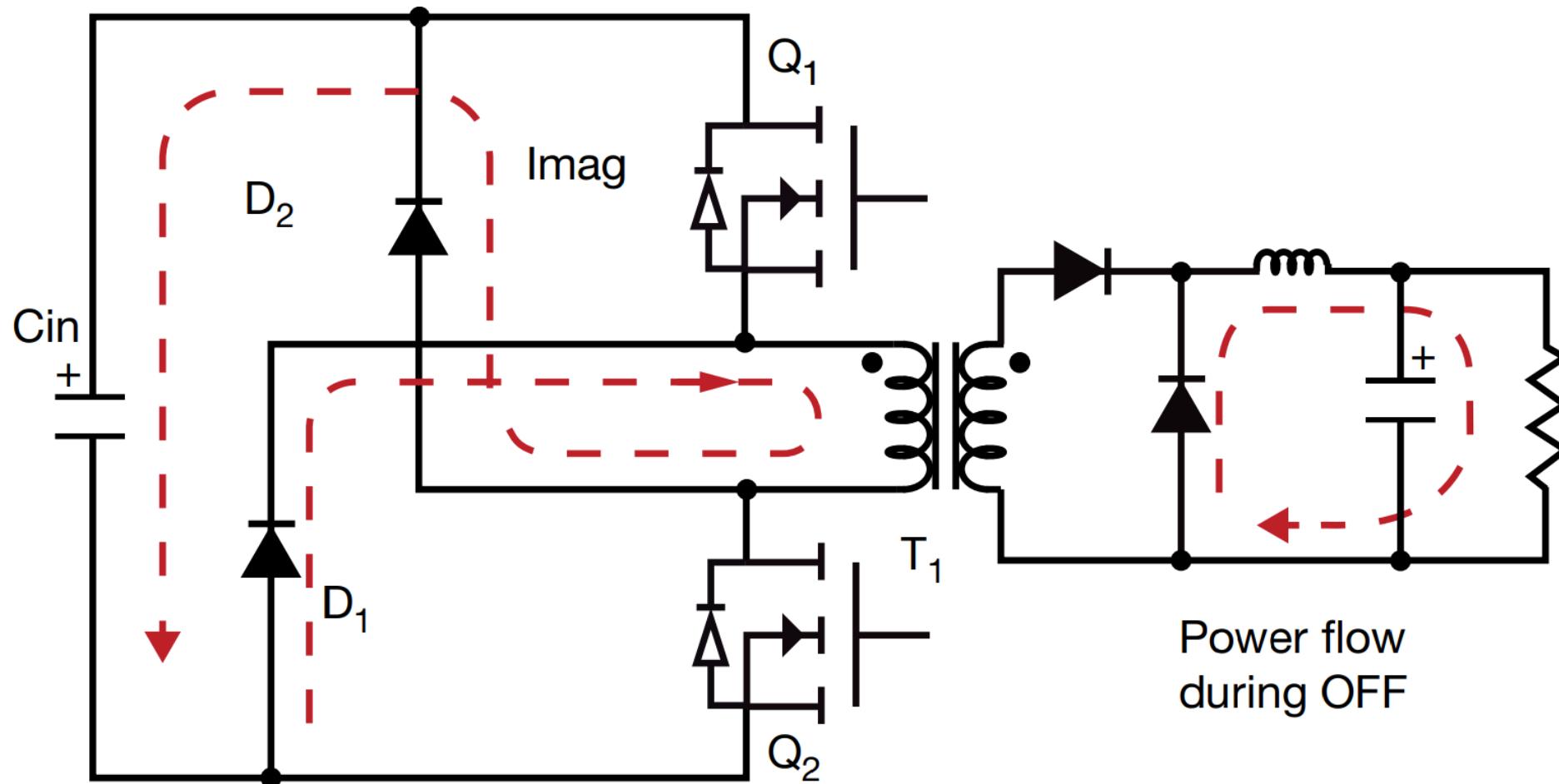
- Sử dụng bộ chuyển đổi Forward 2 khóa, hoạt động ở chế độ CCM

Nguyên lý hoạt động



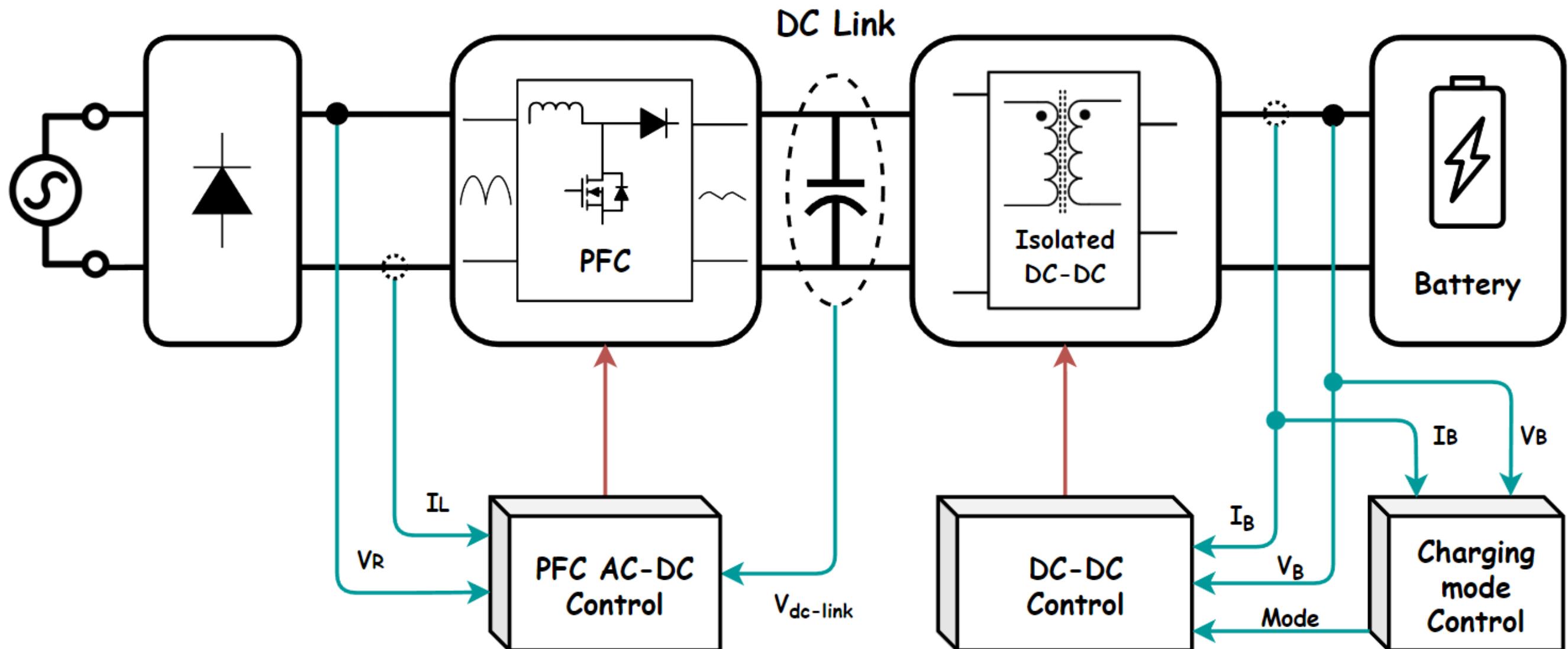
- **Trạng thái đầu tiên:** Khóa Q1 và Q2 bật cùng nhau, truyền năng lượng qua sơ cấp máy biến áp sang thứ cấp. Trên dây thứ cấp, diode chỉnh lưu thuận dẫn dòng điện vào bộ lọc đầu ra và tải.

Nguyên lý hoạt động



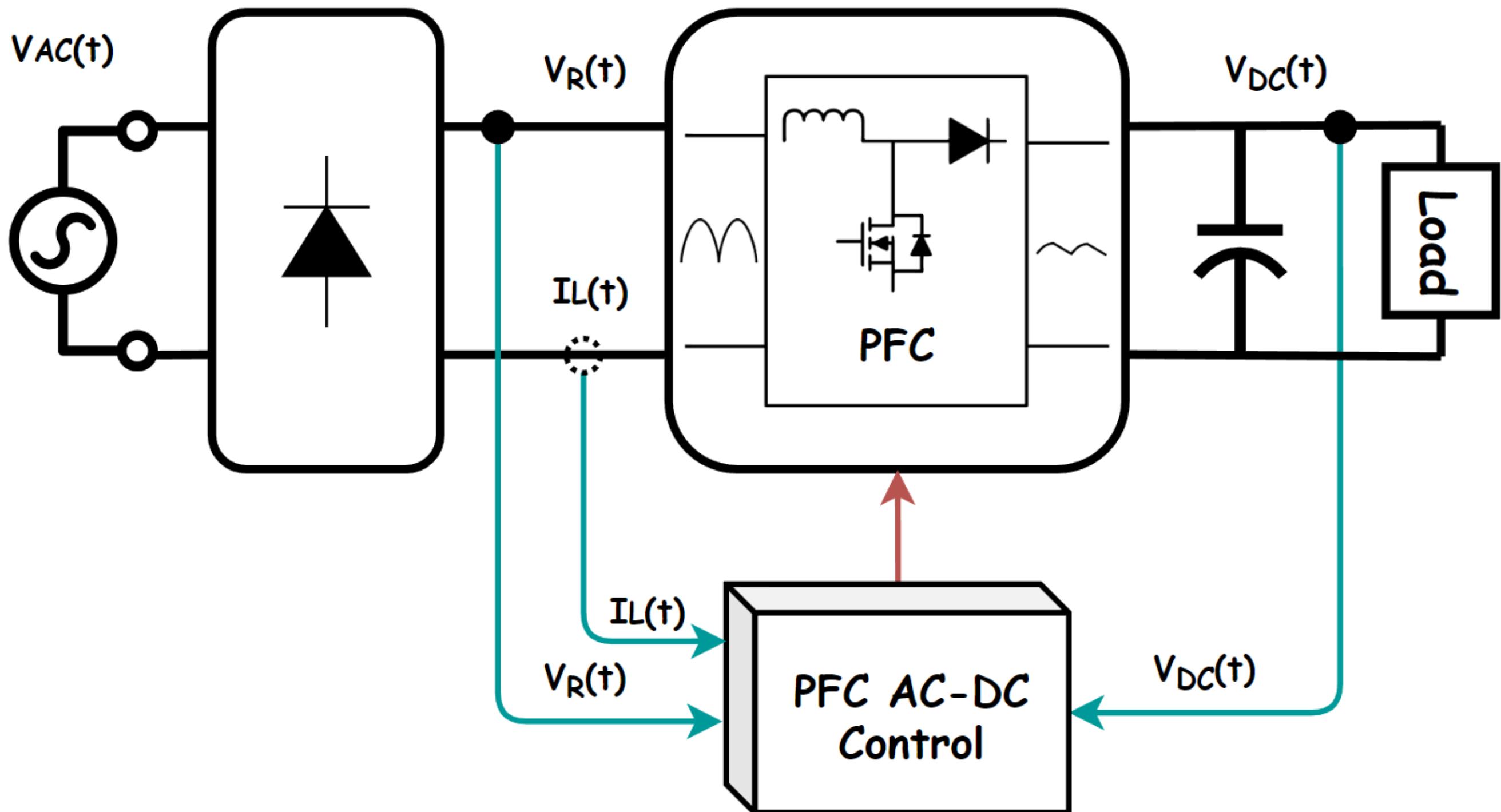
- **Trạng thái thứ 2:** Khóa Q1 và Q2 ngắt, dòng điện từ hóa của máy biến áp sẽ chạy qua các diốt D1 và D2 rồi quay trở lại nguồn. Phía thứ cấp, cuộn cảm truyền năng lượng của cuộn cảm đầu ra sang tải.

Bộ điều khiển

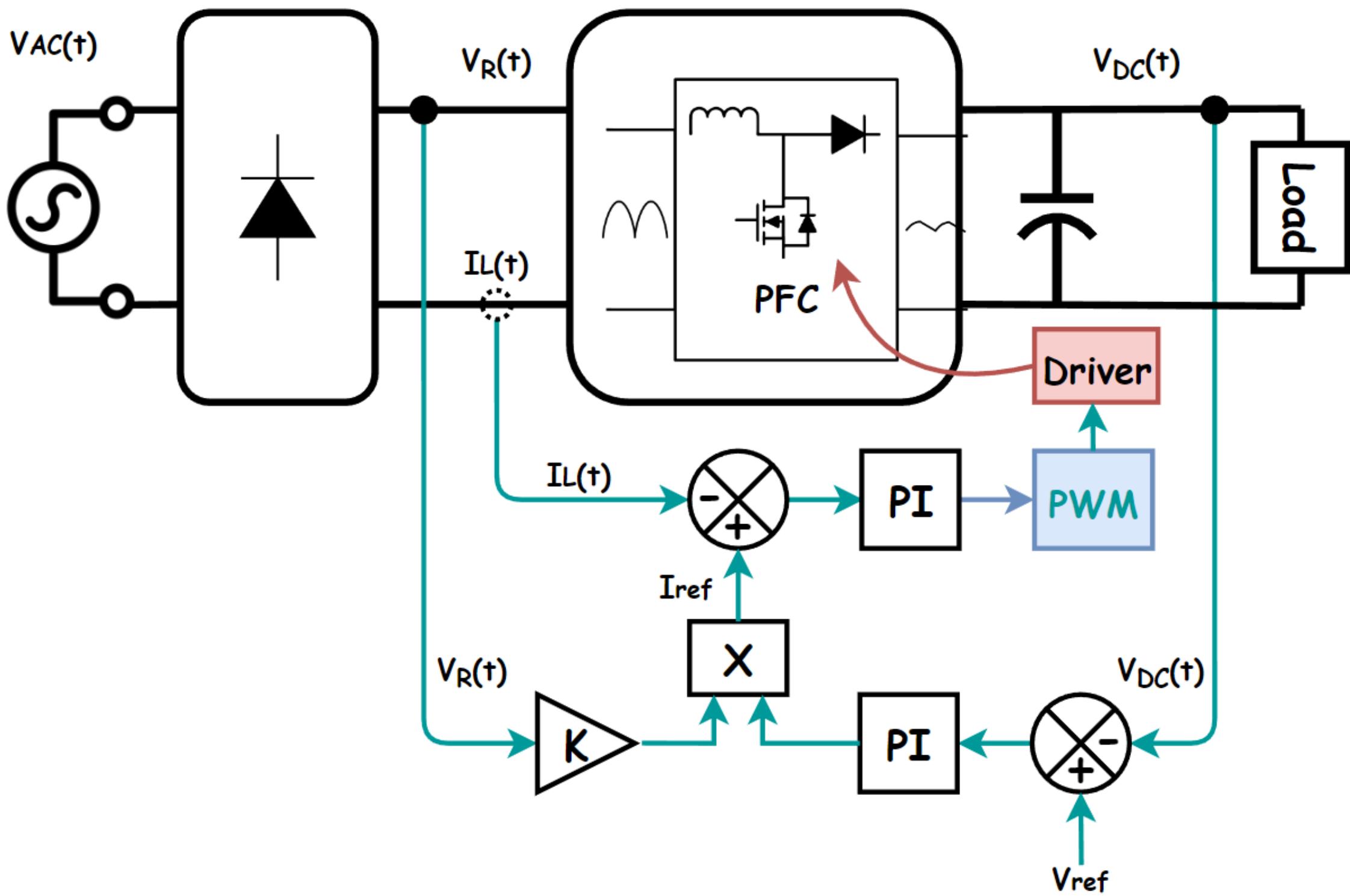


- Tổng quan bộ điều khiển mô hình

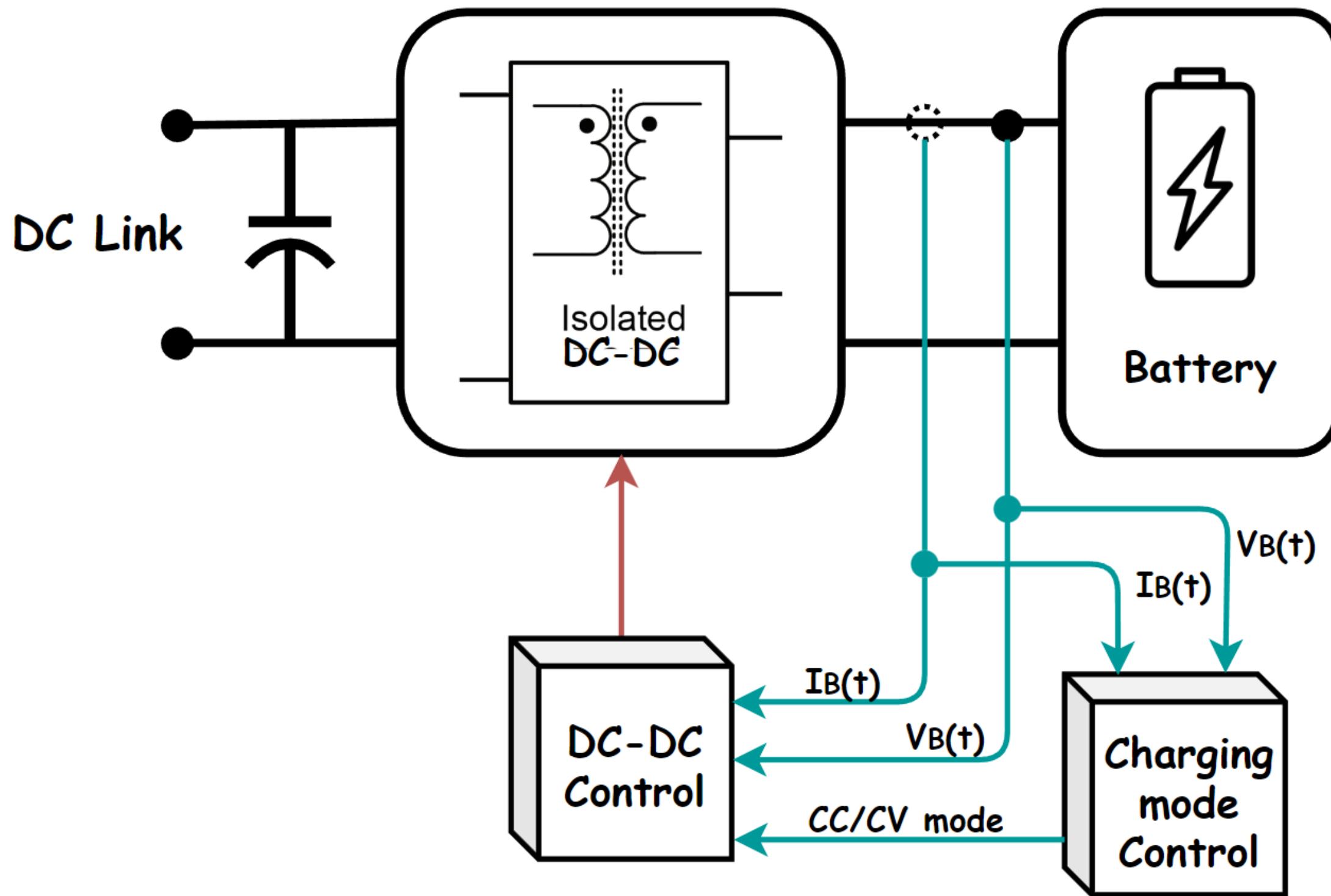
Bộ điều khiển mạch AC/DC



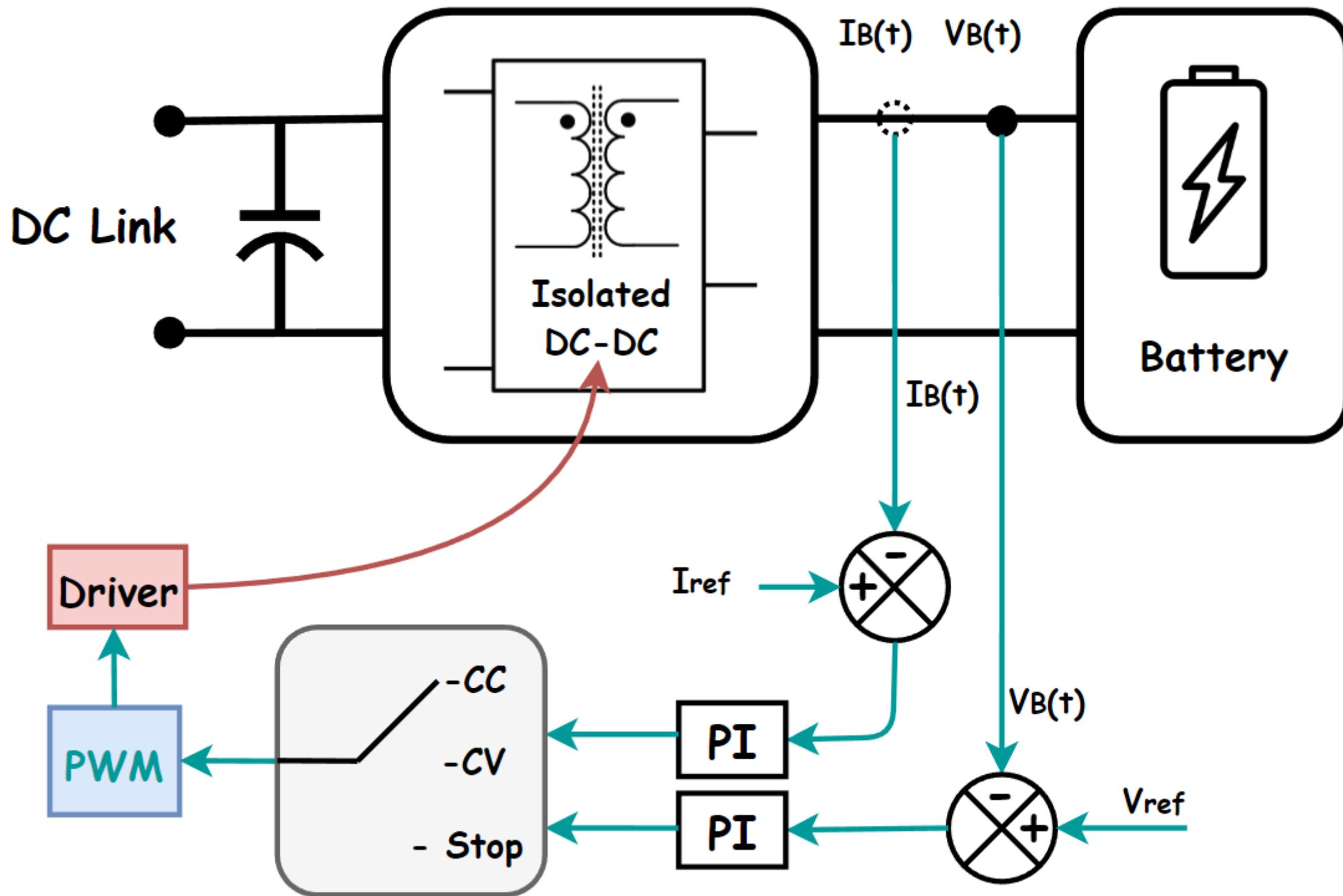
Bộ điều khiển mạch AC/DC



Bộ điều khiển mạch DC/DC

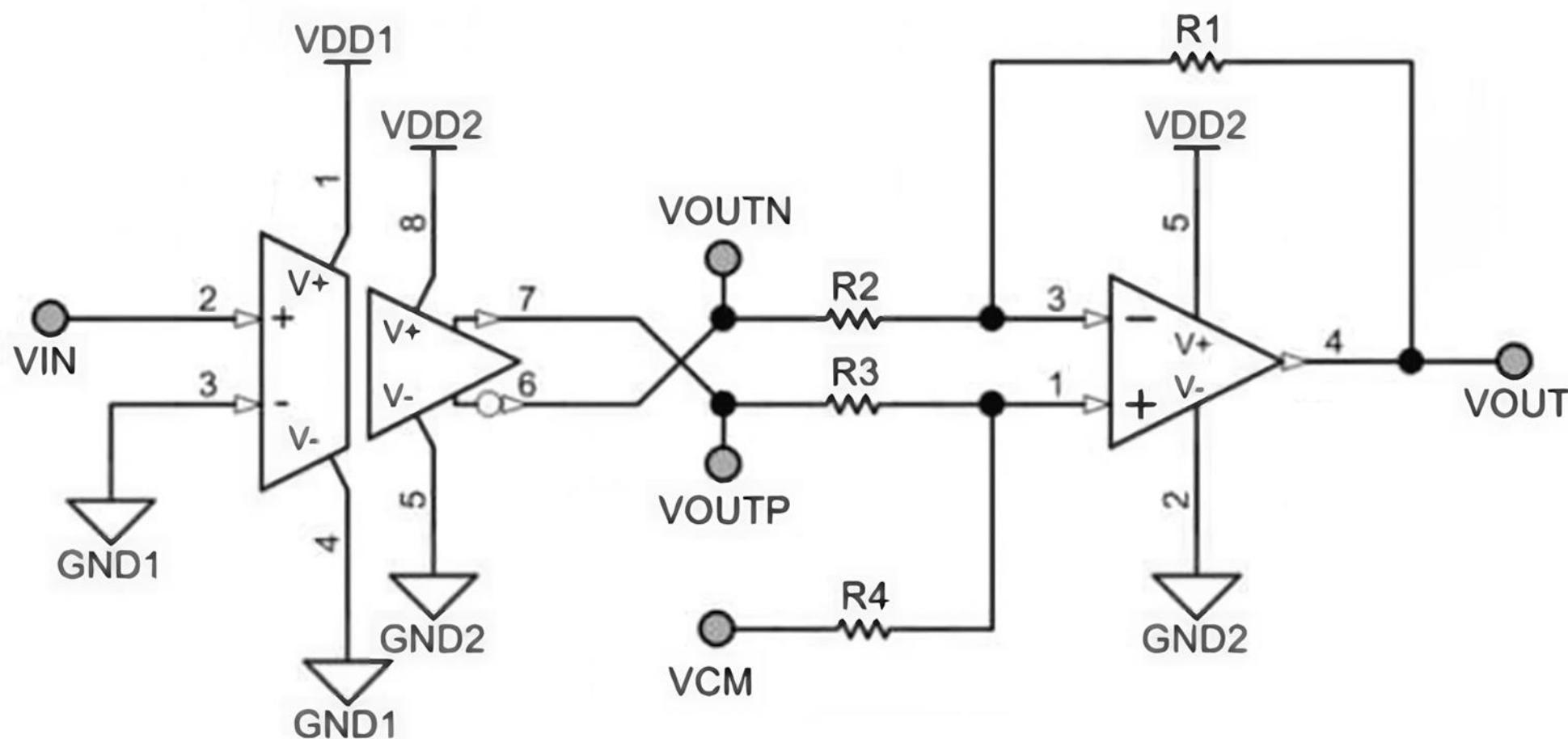


Bộ điều khiển mạch DC/DC



Thiết kế mạch cảm biến

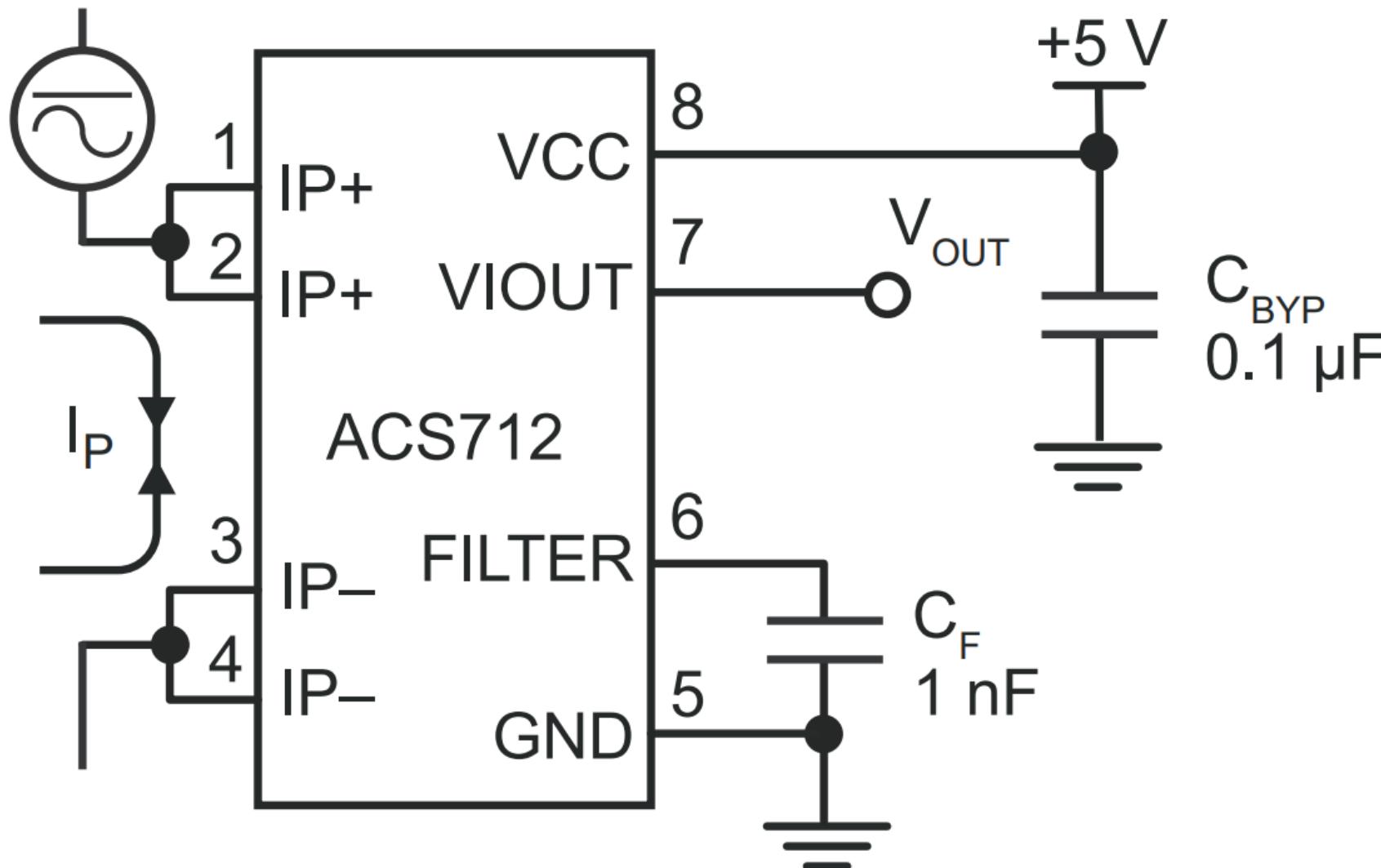
▪ Mạch cảm biến áp



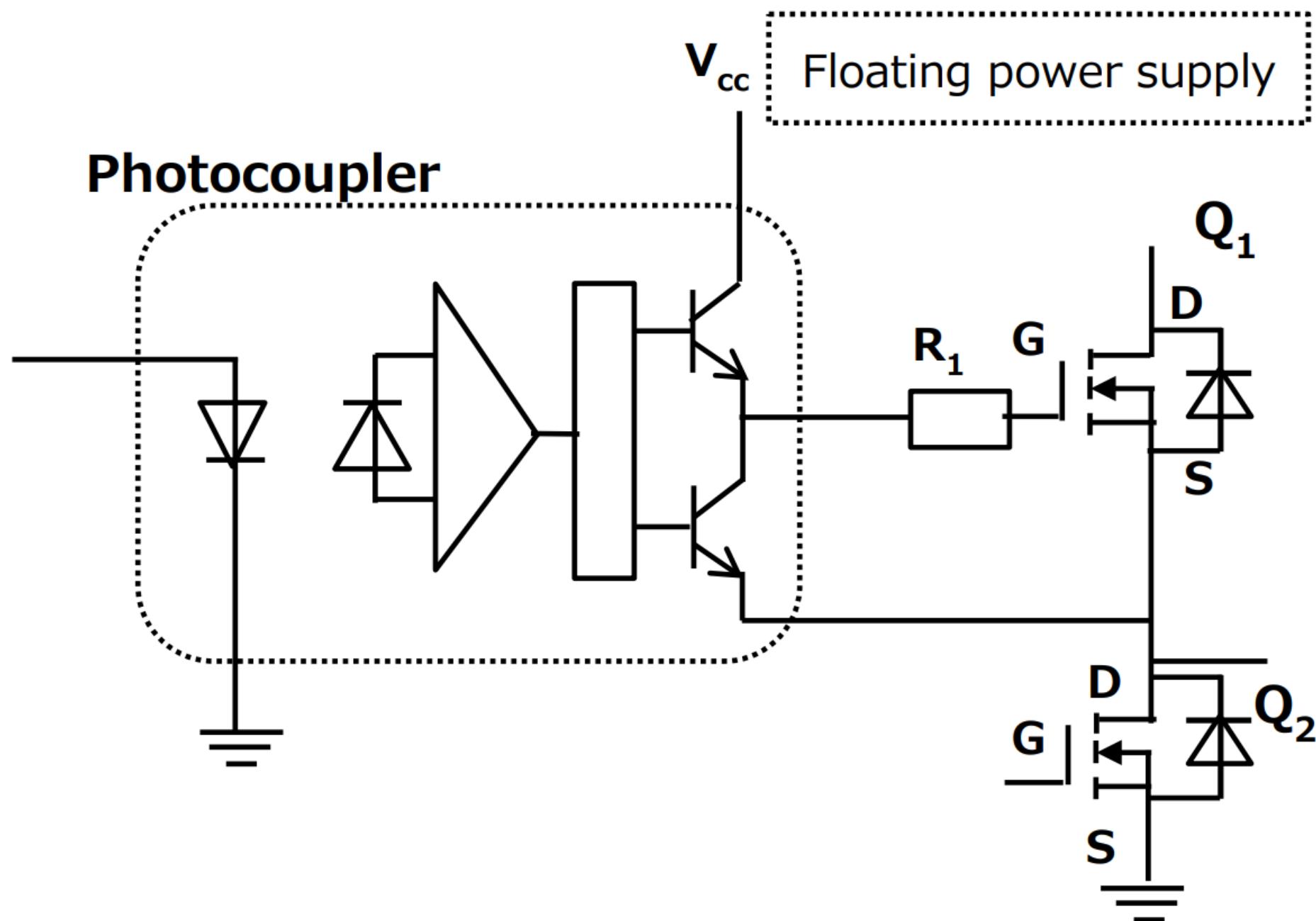
$$V_{OUT} = V_{OUTP} \times \left(\frac{R_4}{R_3} \right) - V_{OUTN} \times \left(\frac{R_1}{R_2} \right) + V_{CM}$$

Thiết kế mạch cảm biến

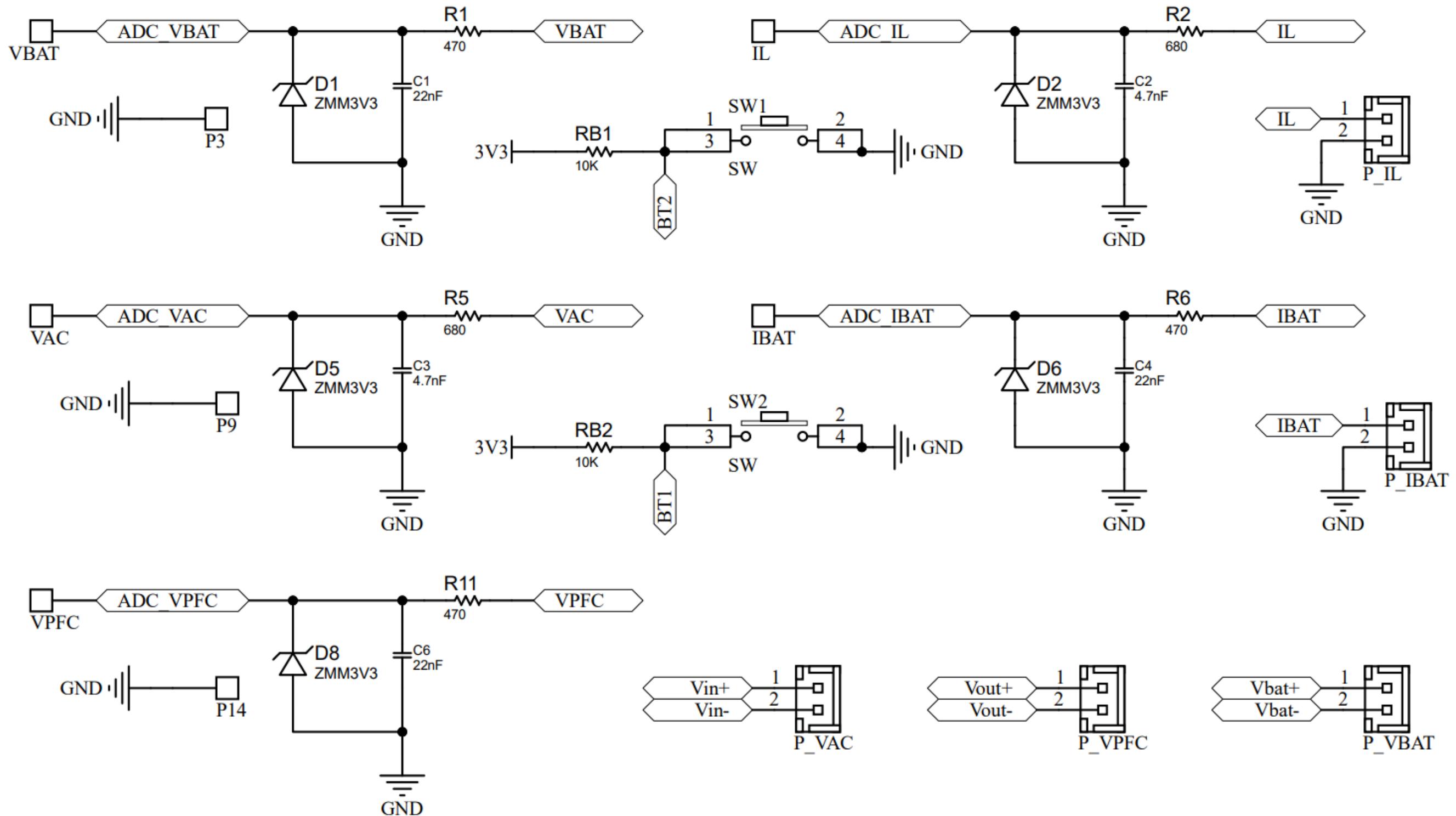
▪ Mạch cảm biến dòng



Thiết kế mạch lái

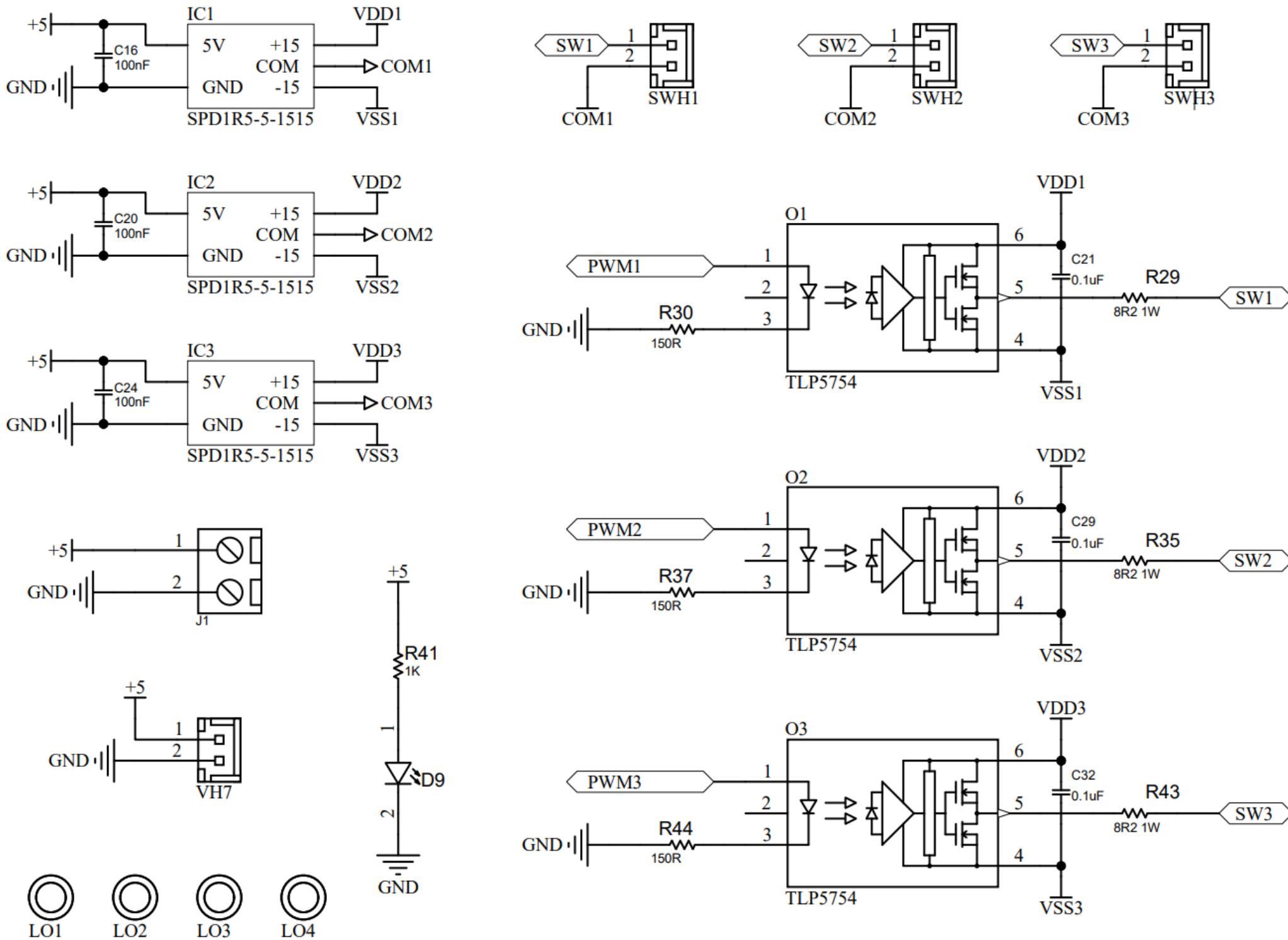


Nguyên lý mạch điều khiển



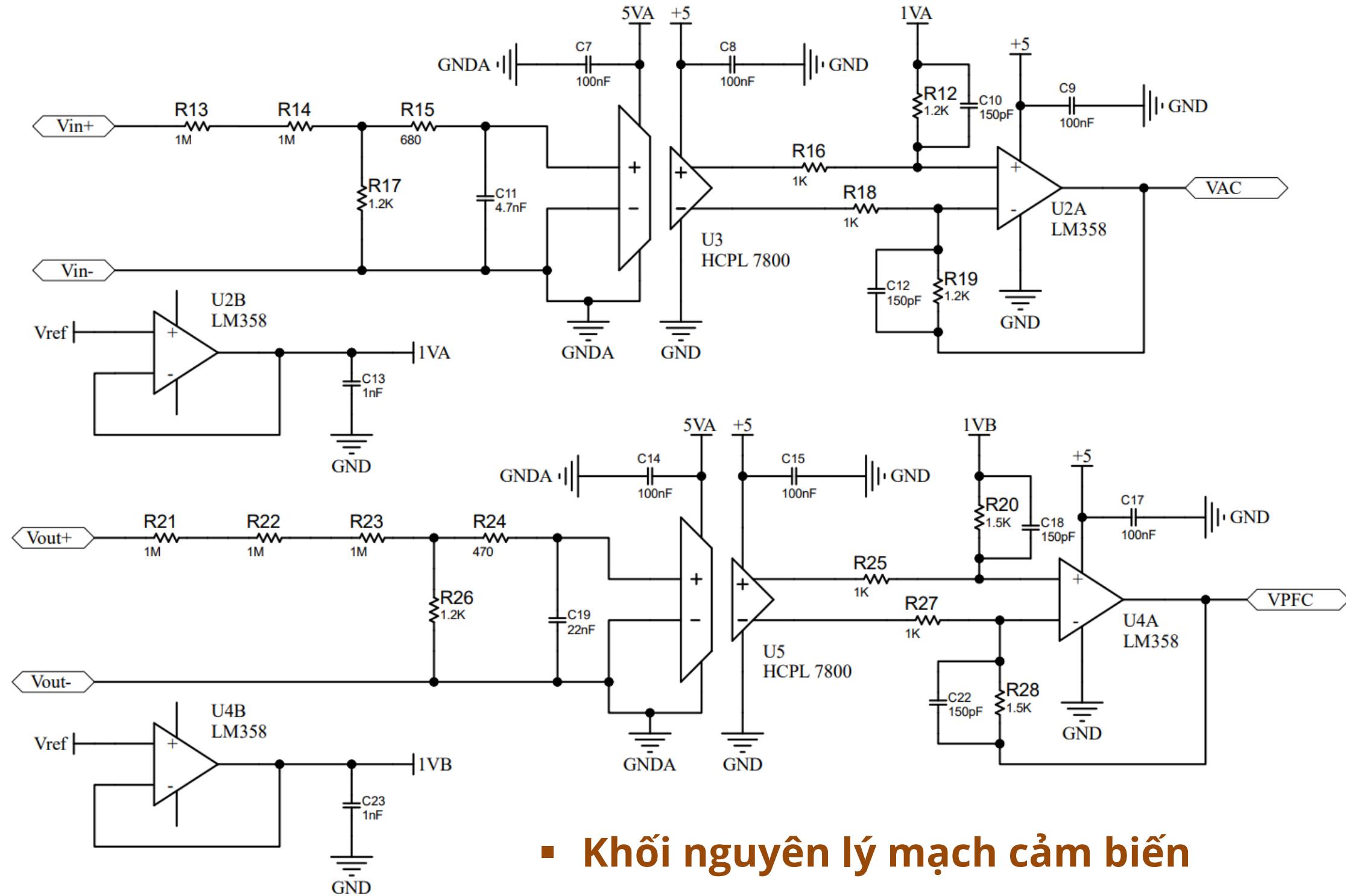
▪ Khối nguyên lý bộ lọc tín hiệu cảm biến

Nguyên lý mạch điều khiển



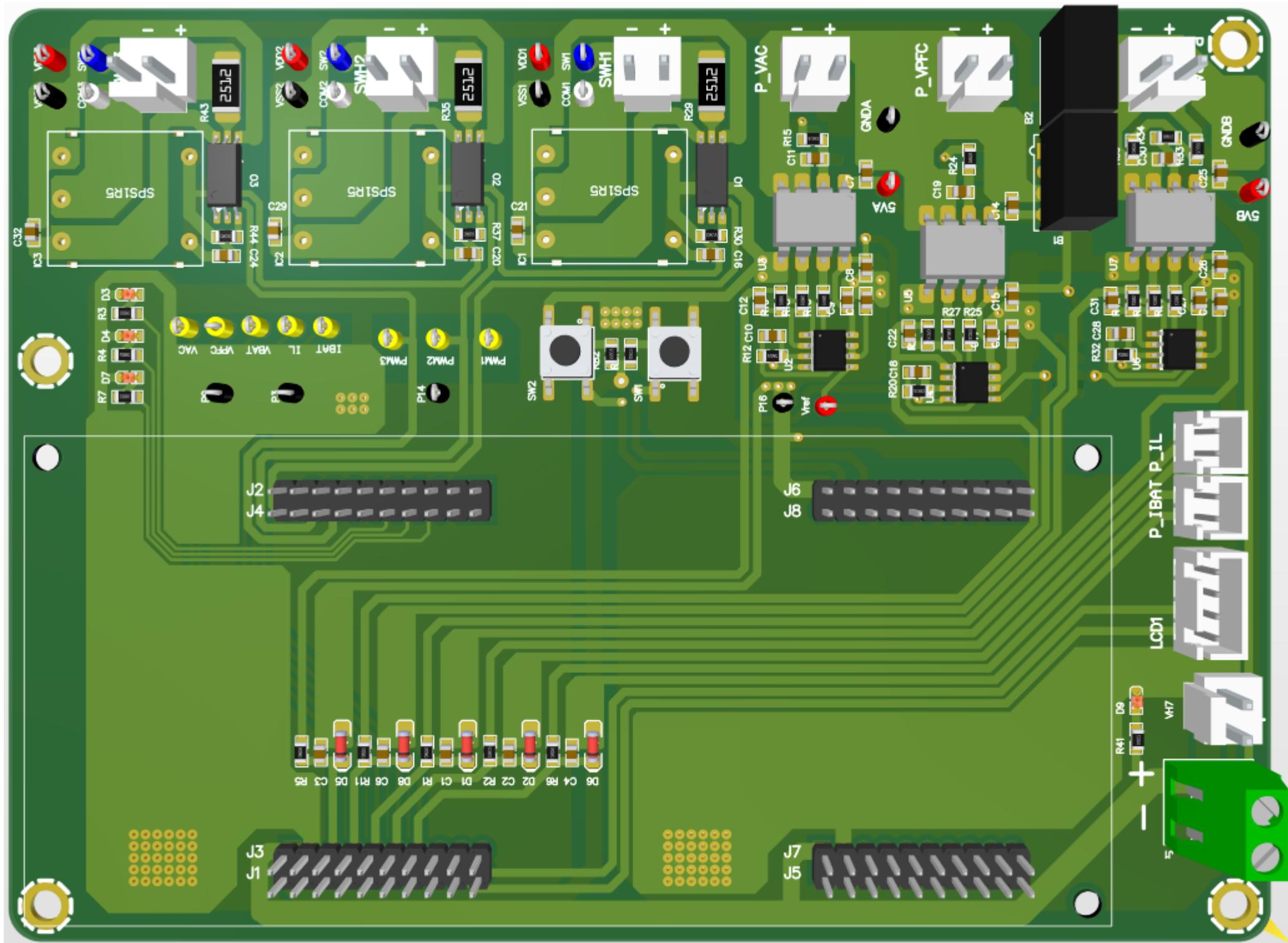
▪ Khối nguyên lý mạch lái

Nguyên lý mạch điều khiển

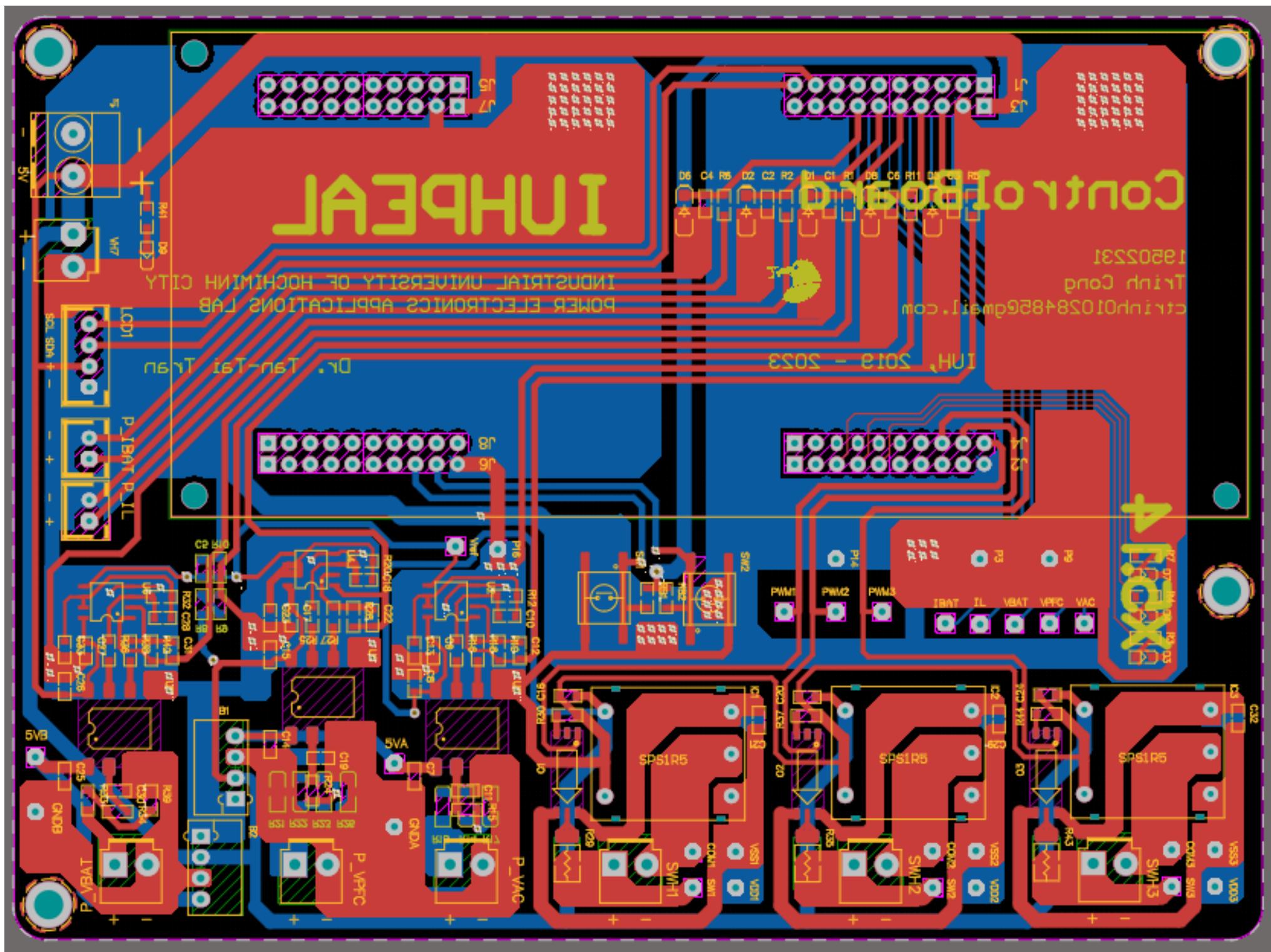


▪ Khối nguyên lý mạch cảm biến

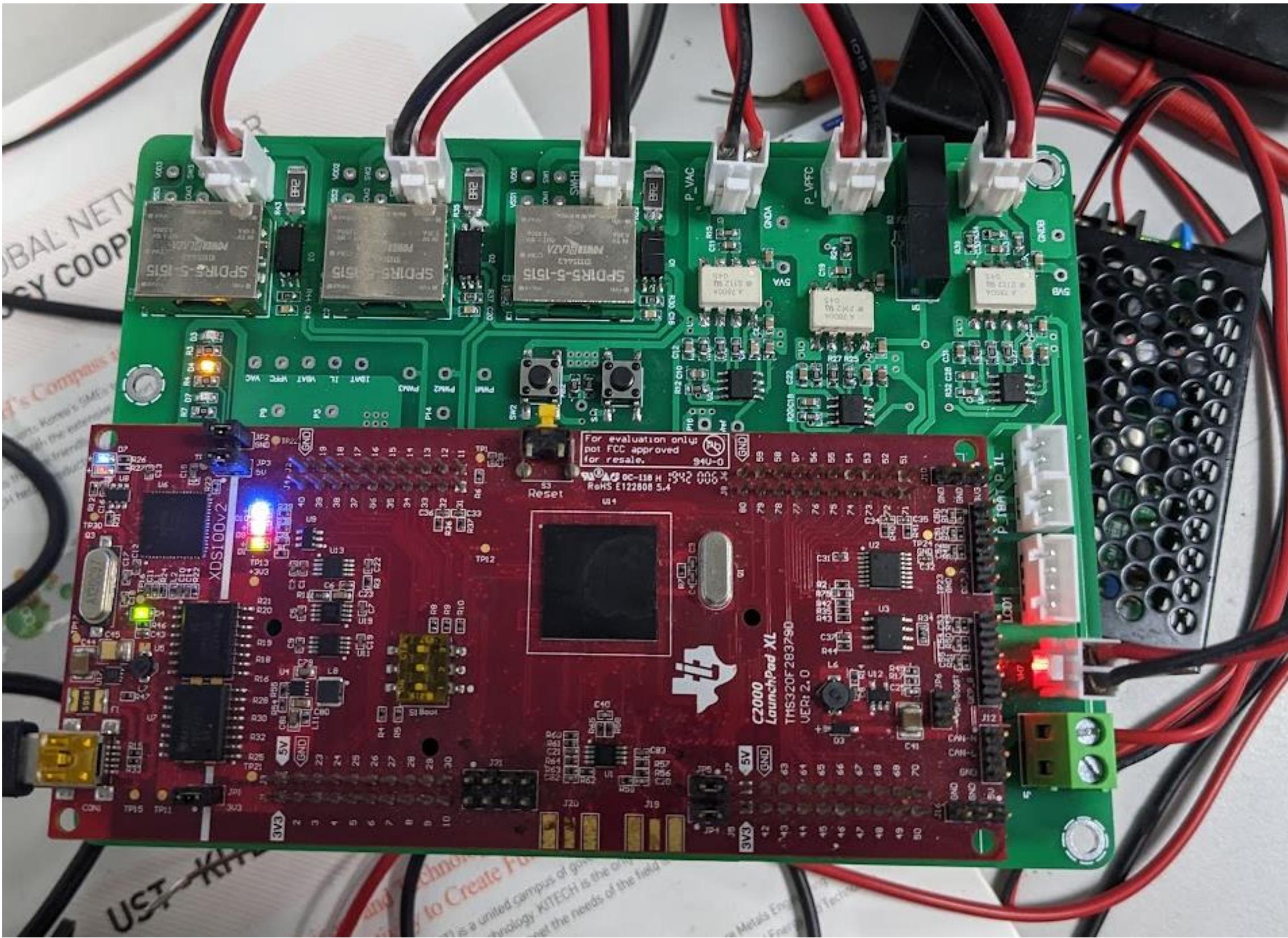
PCB mạch điều khiển



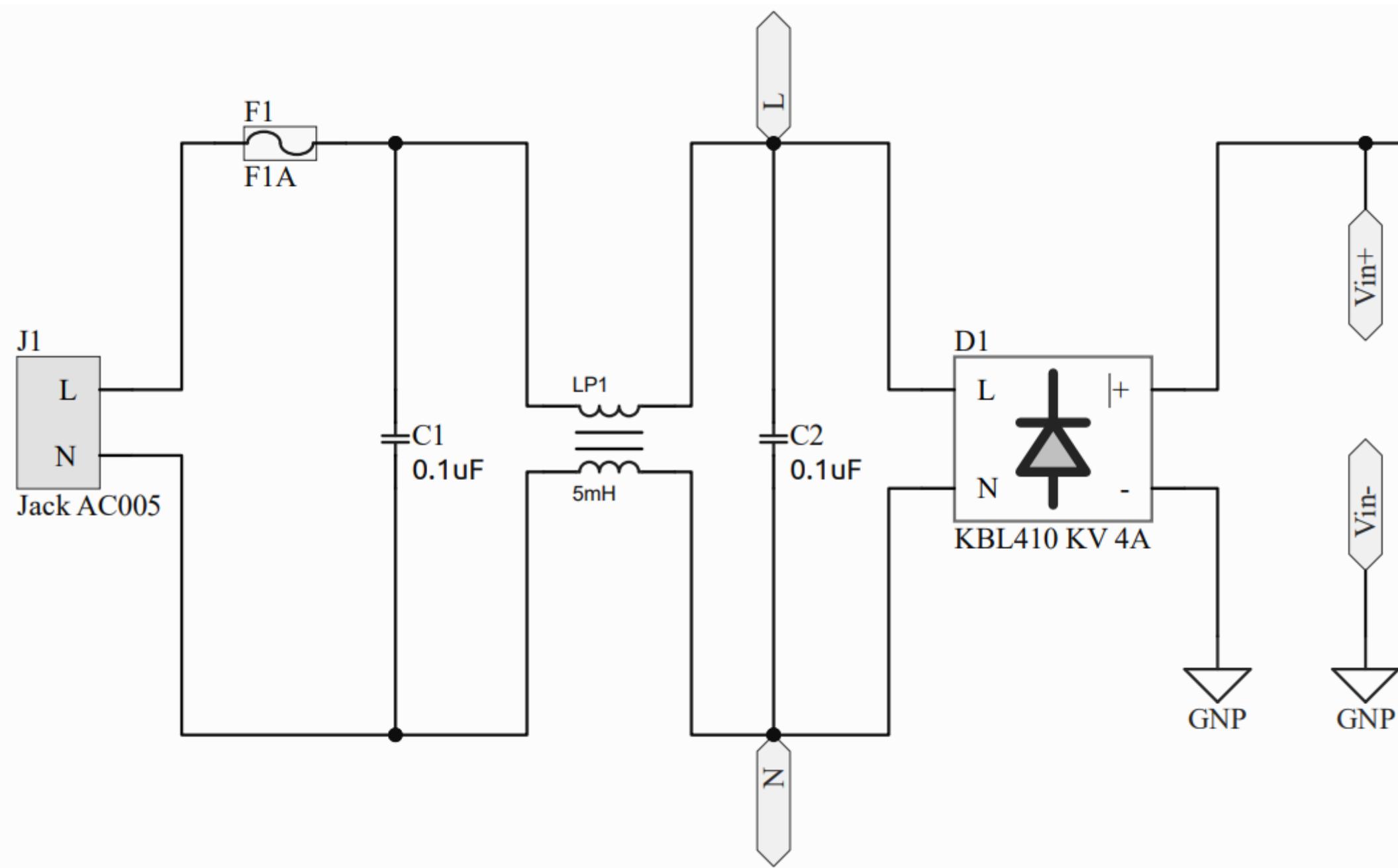
PCB mạch điều khiển



PCB mạch điều khiển

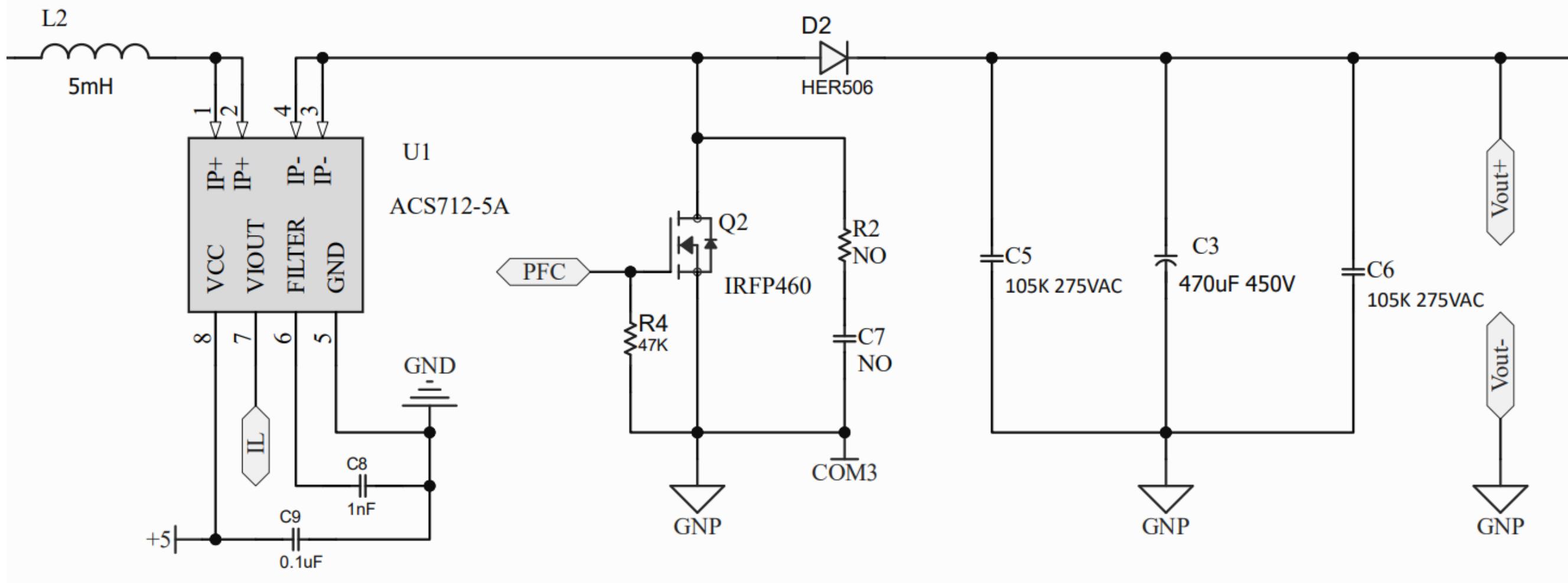


Nguyên lý mạch công suất



- Nguồn vào, cầu chì bảo vệ, bộ lọc EMI và cầu chỉnh lưu

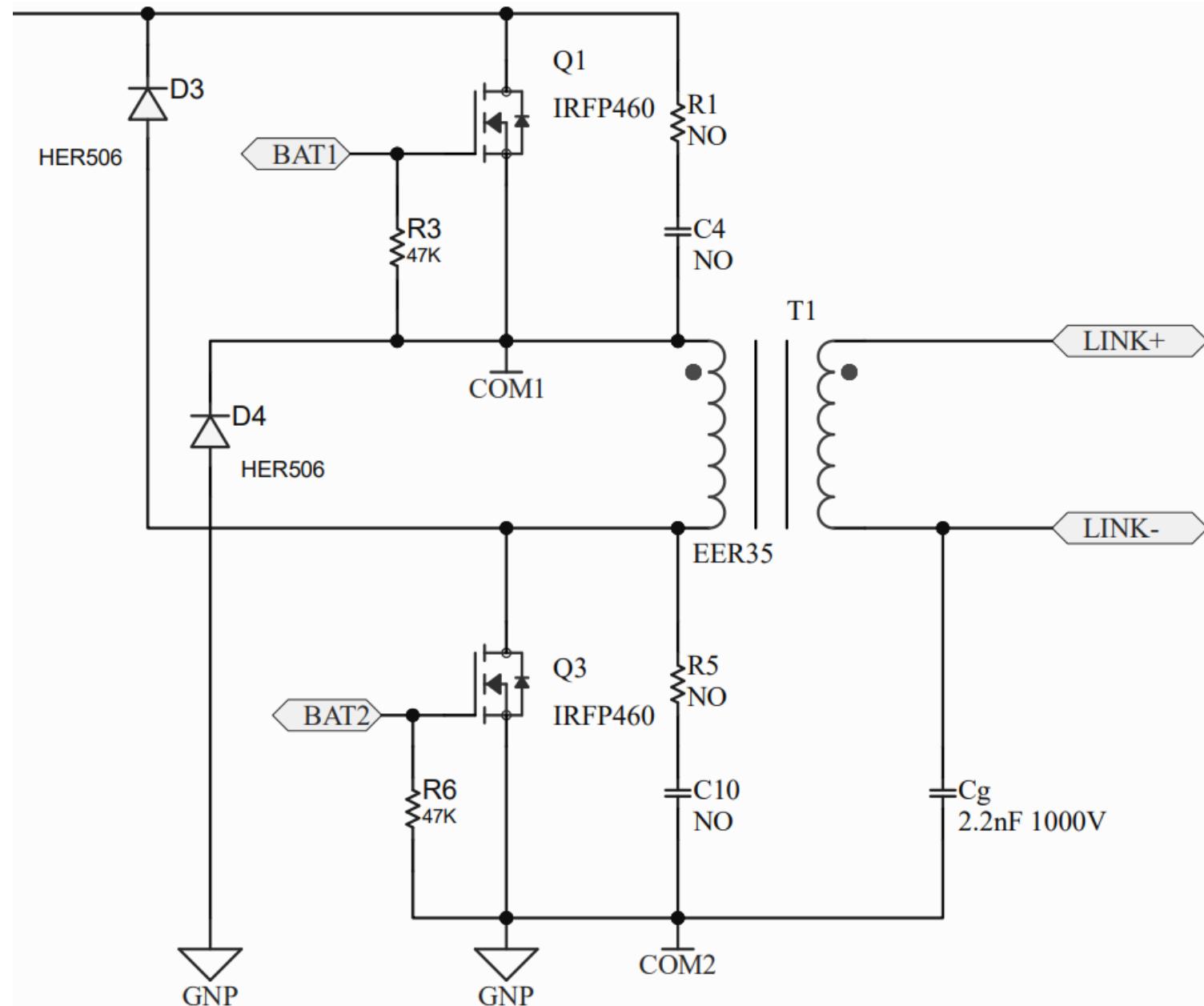
Nguyên lý mạch công suất



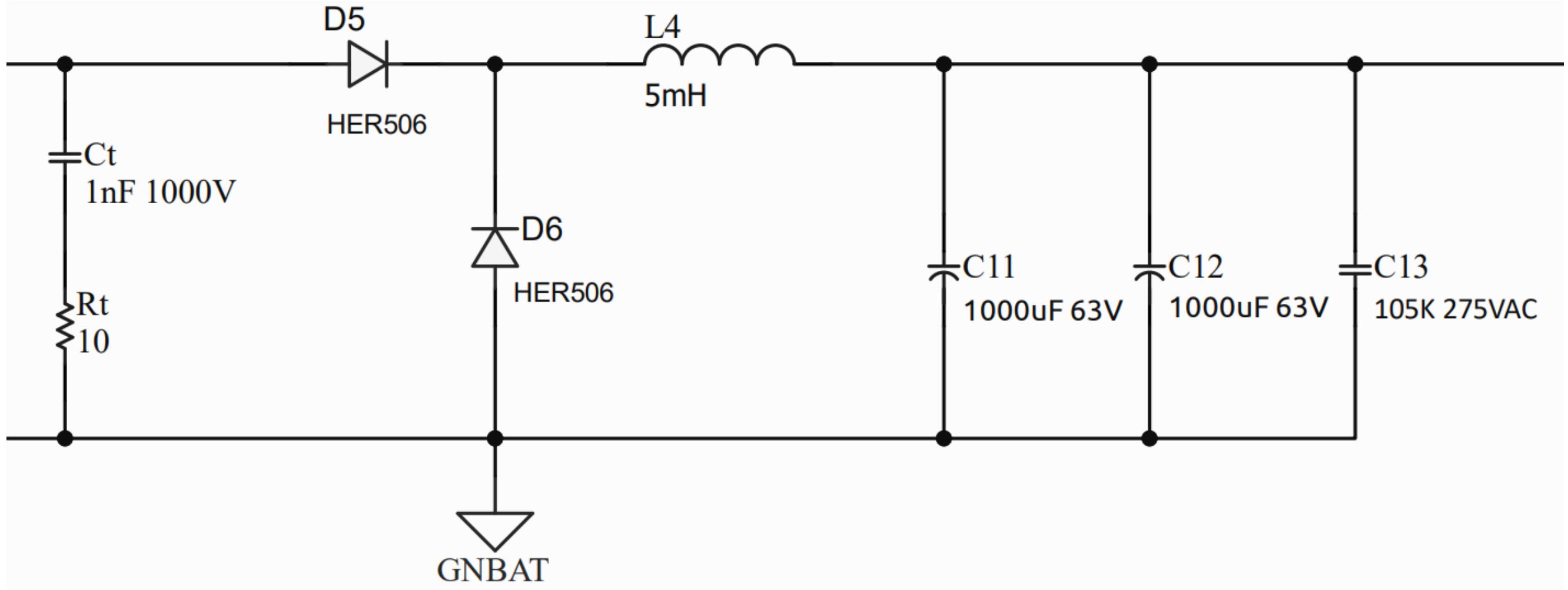
- Cảm biến dòng và bộ chuyển đổi AC/DC PFC

Nguyên lý mạch công suất

- **Bộ chuyển đổi DC/DC cách ly**

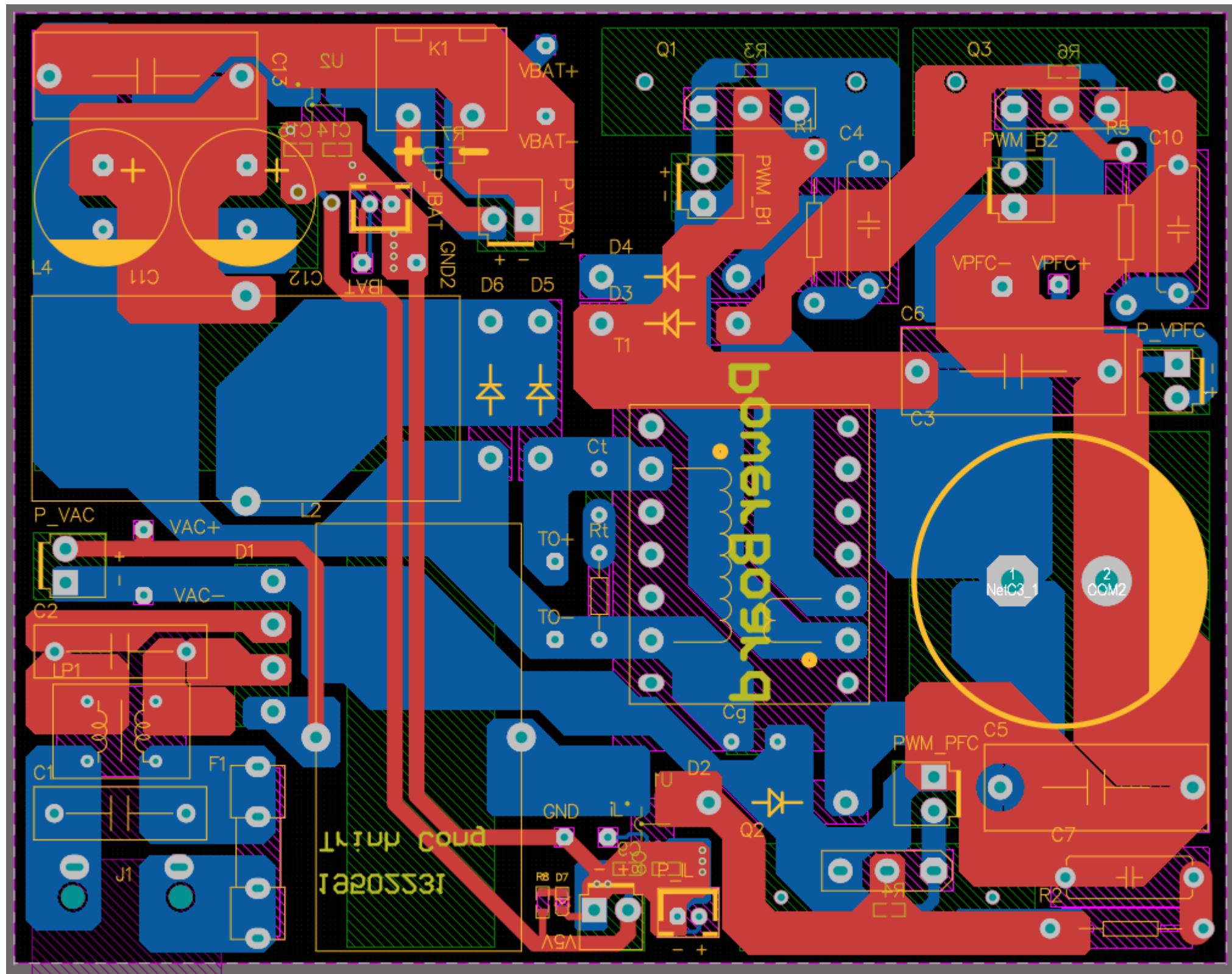


Nguyên lý mạch công suất

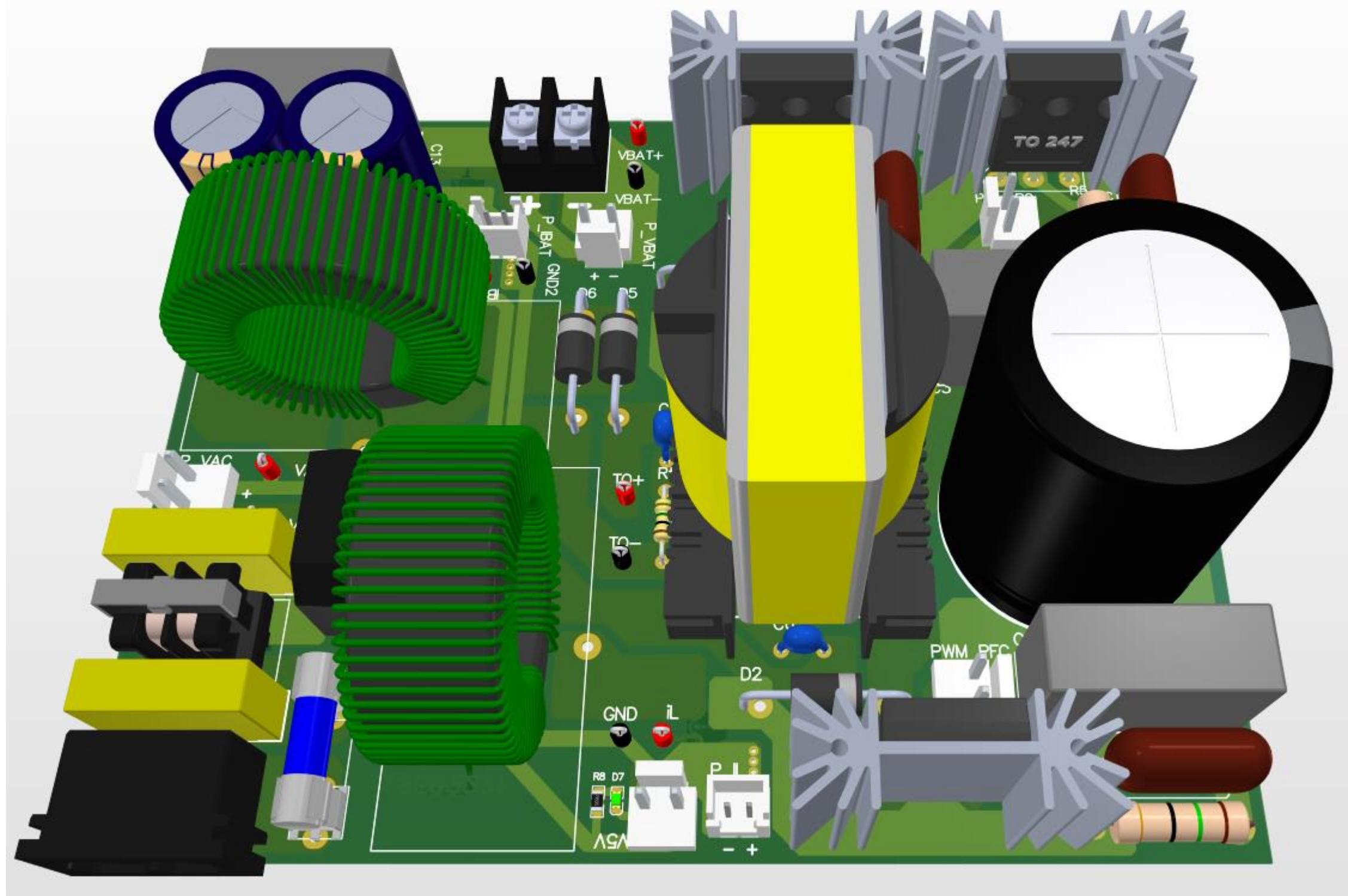


- Bộ lọc ngõ ra

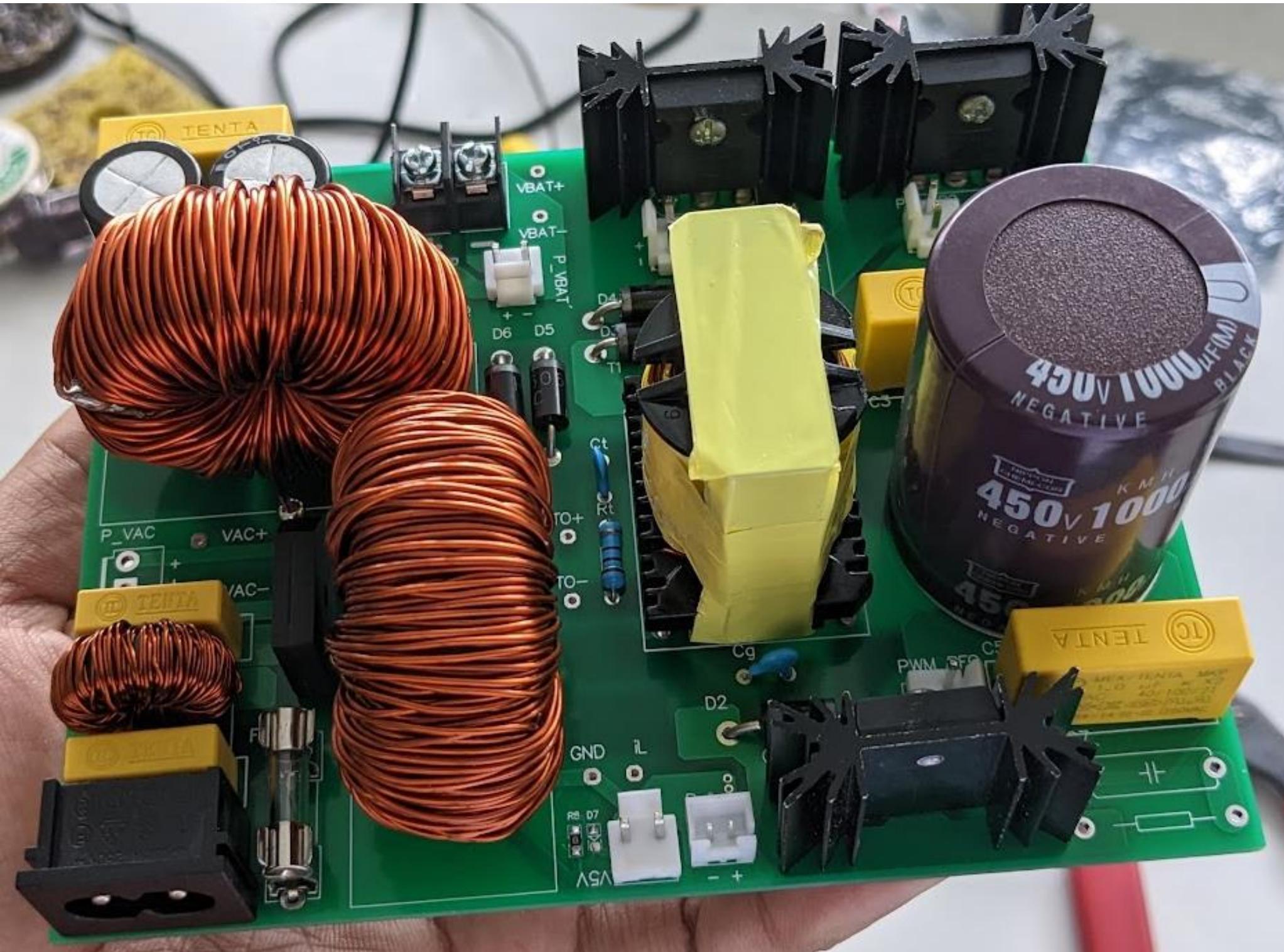
PCB mạch công suất



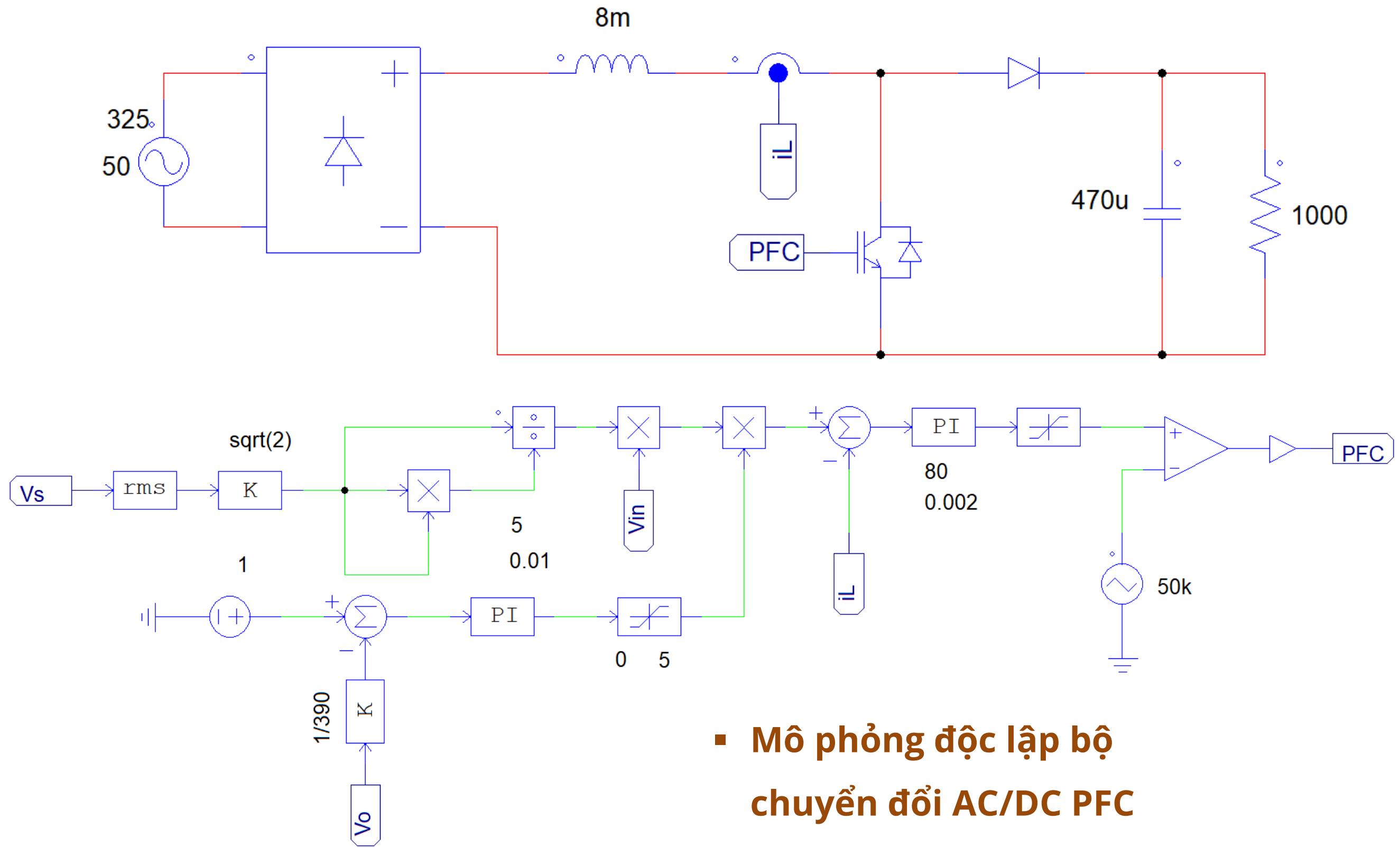
PCB mạch công suất



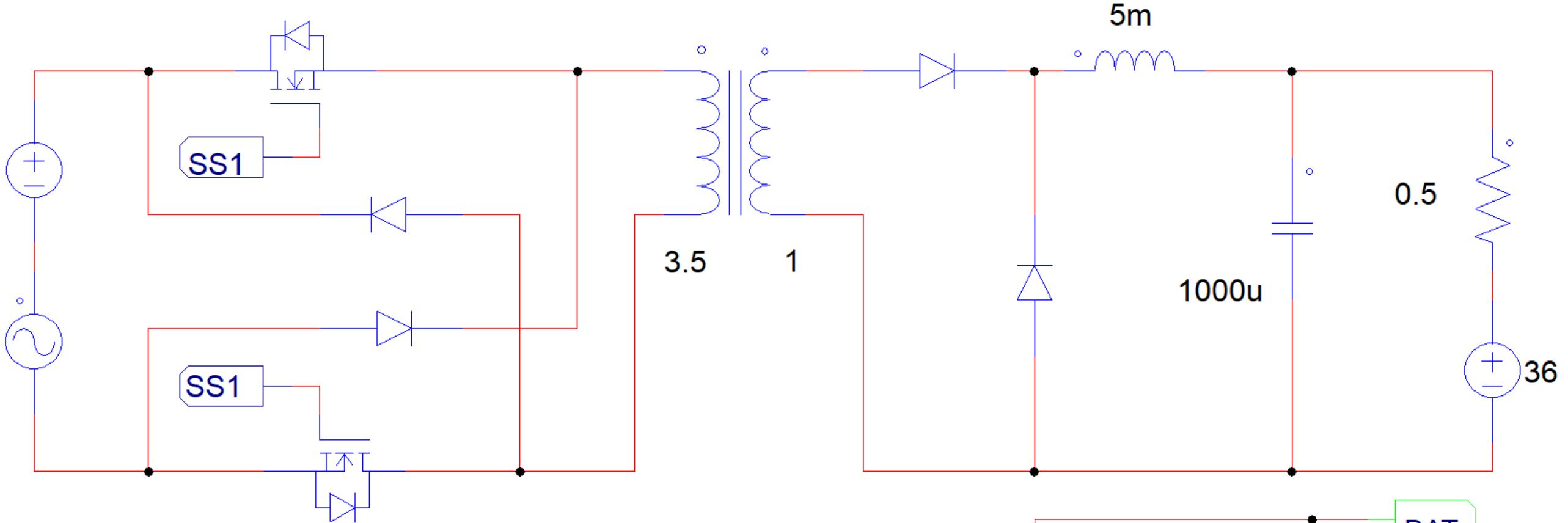
PCB mạch công suất



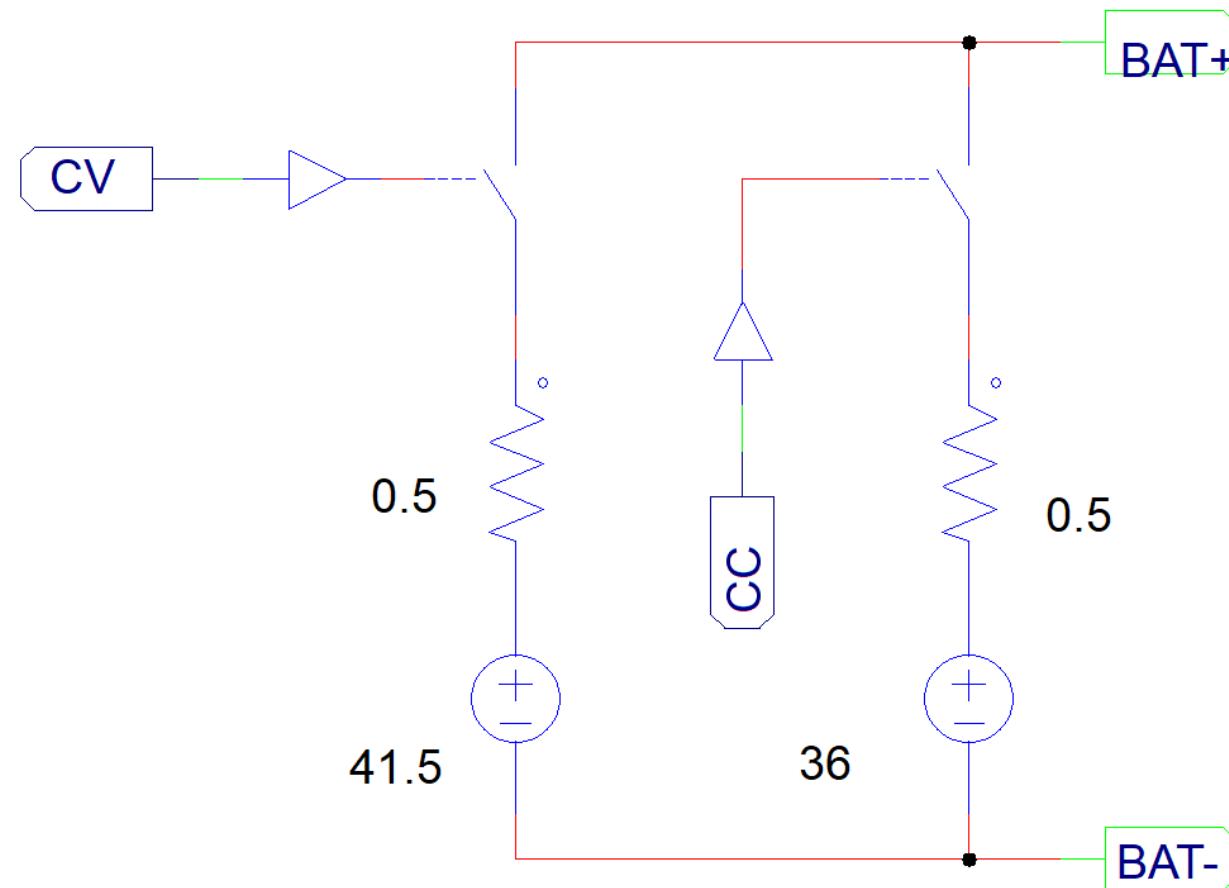
Mô phỏng mạch công suất



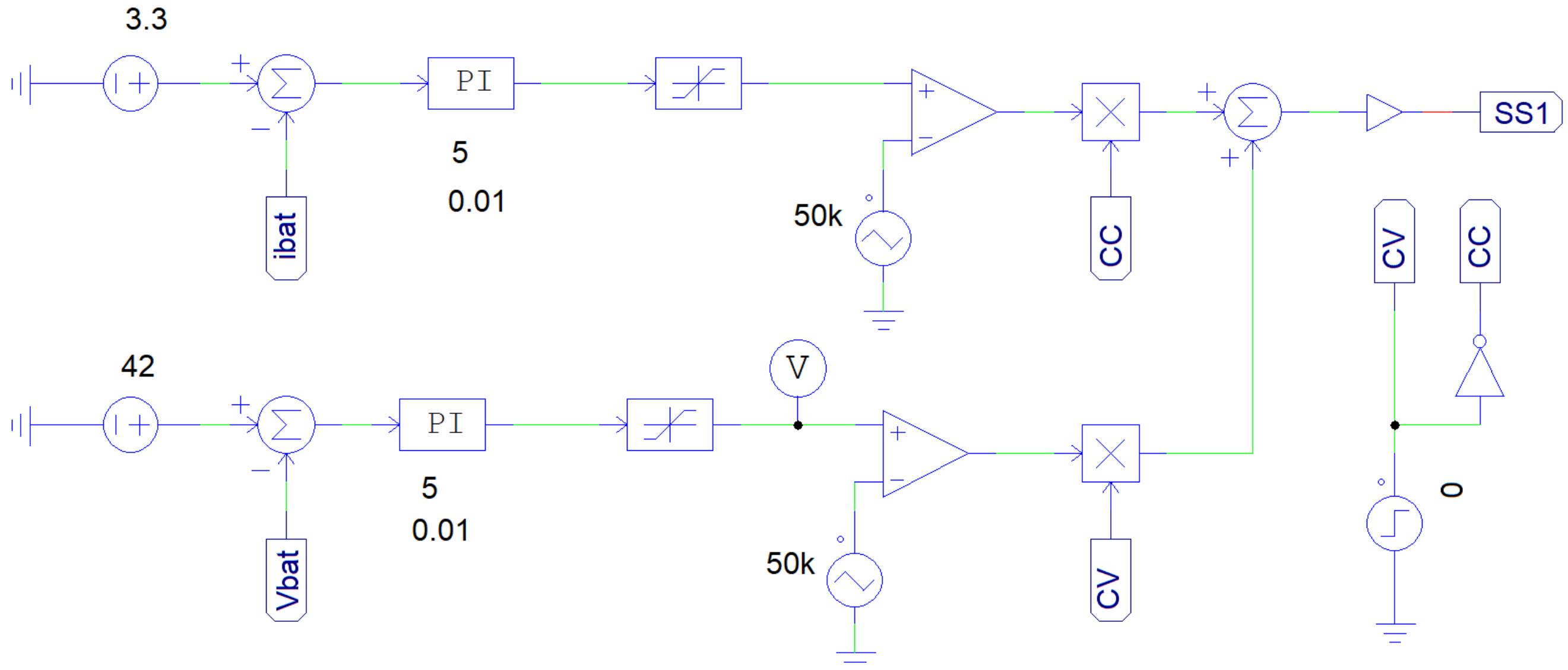
Mô phỏng mạch công suất



- Mô phỏng độc lập bộ
chuyển đổi DC/DC Forward
2 khóa và mô hình tải Pin

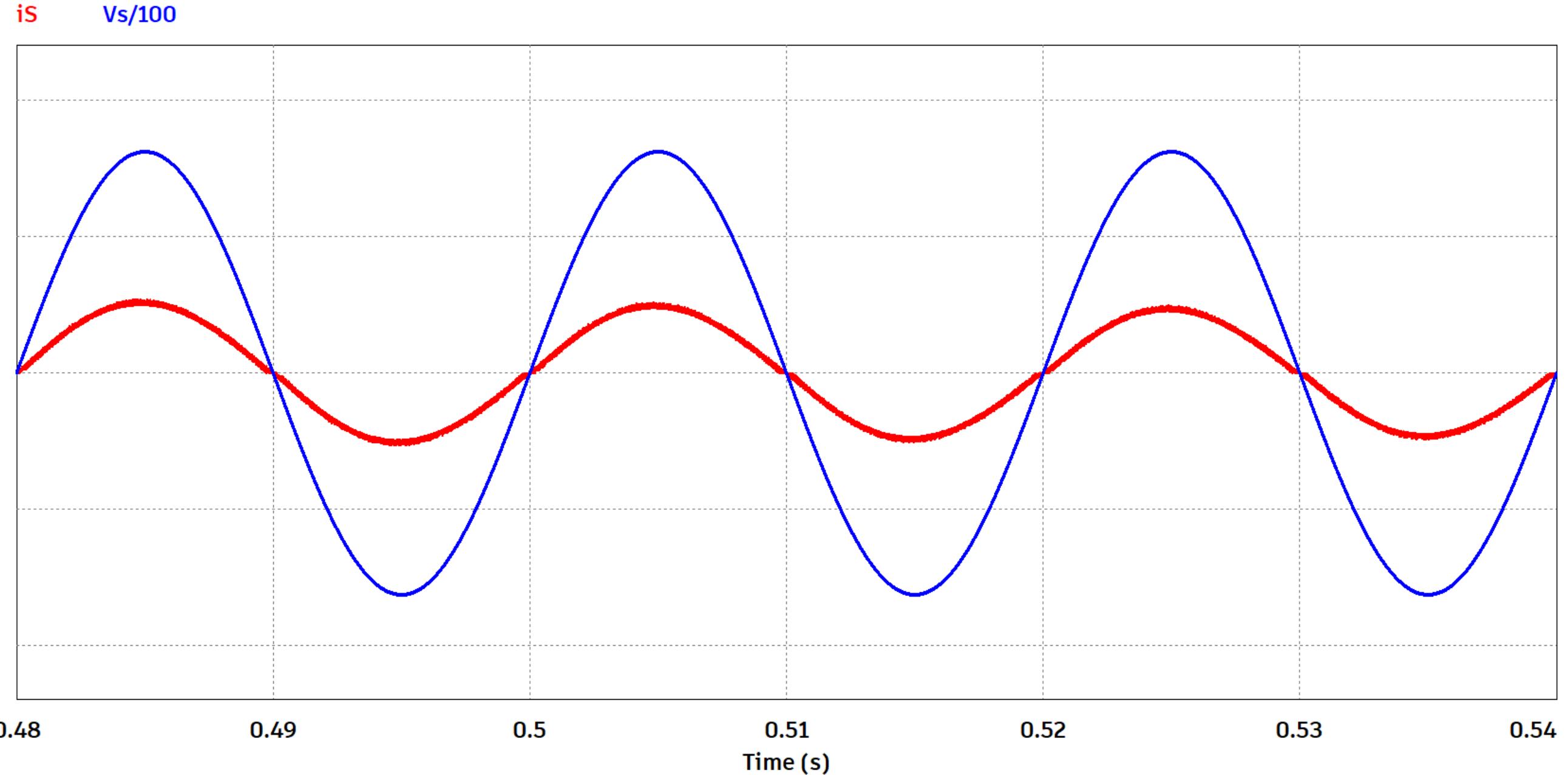


Mô phỏng mạch công suất



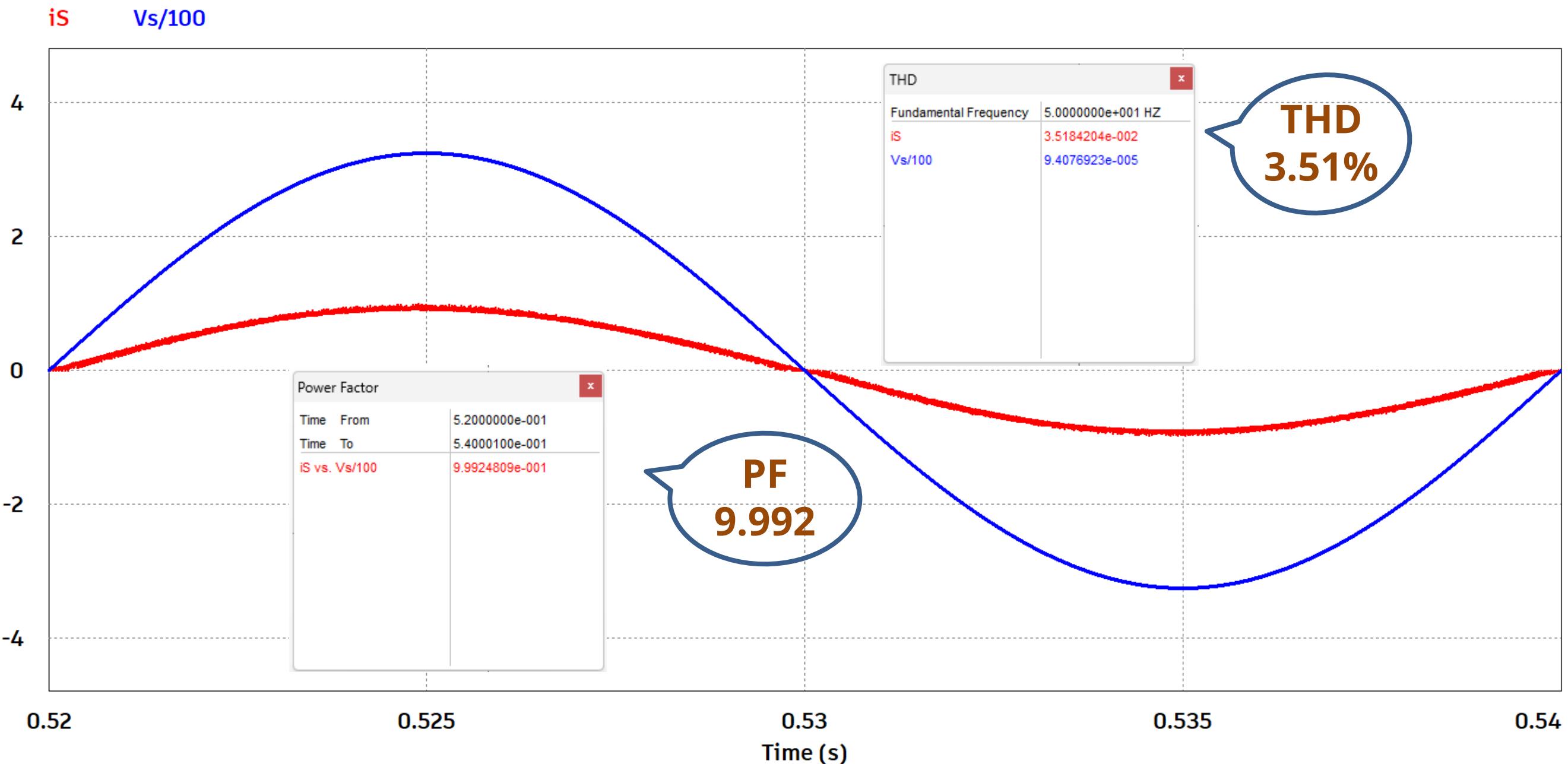
- Bộ điều khiển mạch DC/DC và
chuyển trạng thái sạc

Kết quả mô phỏng



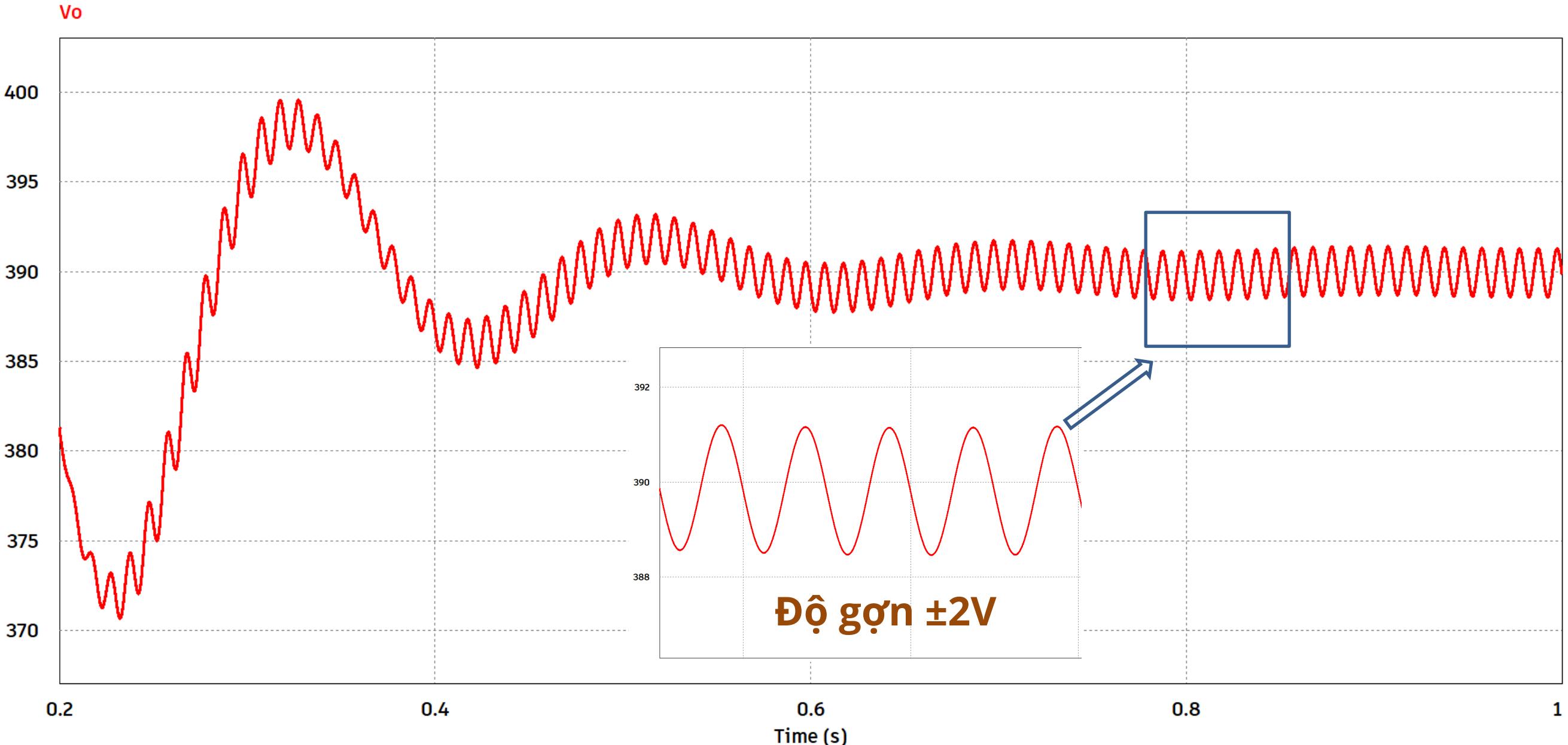
- Dạng song dòng điện ngõ vào (i_s) và điện áp đầu vào (V_s)

Kết quả mô phỏng



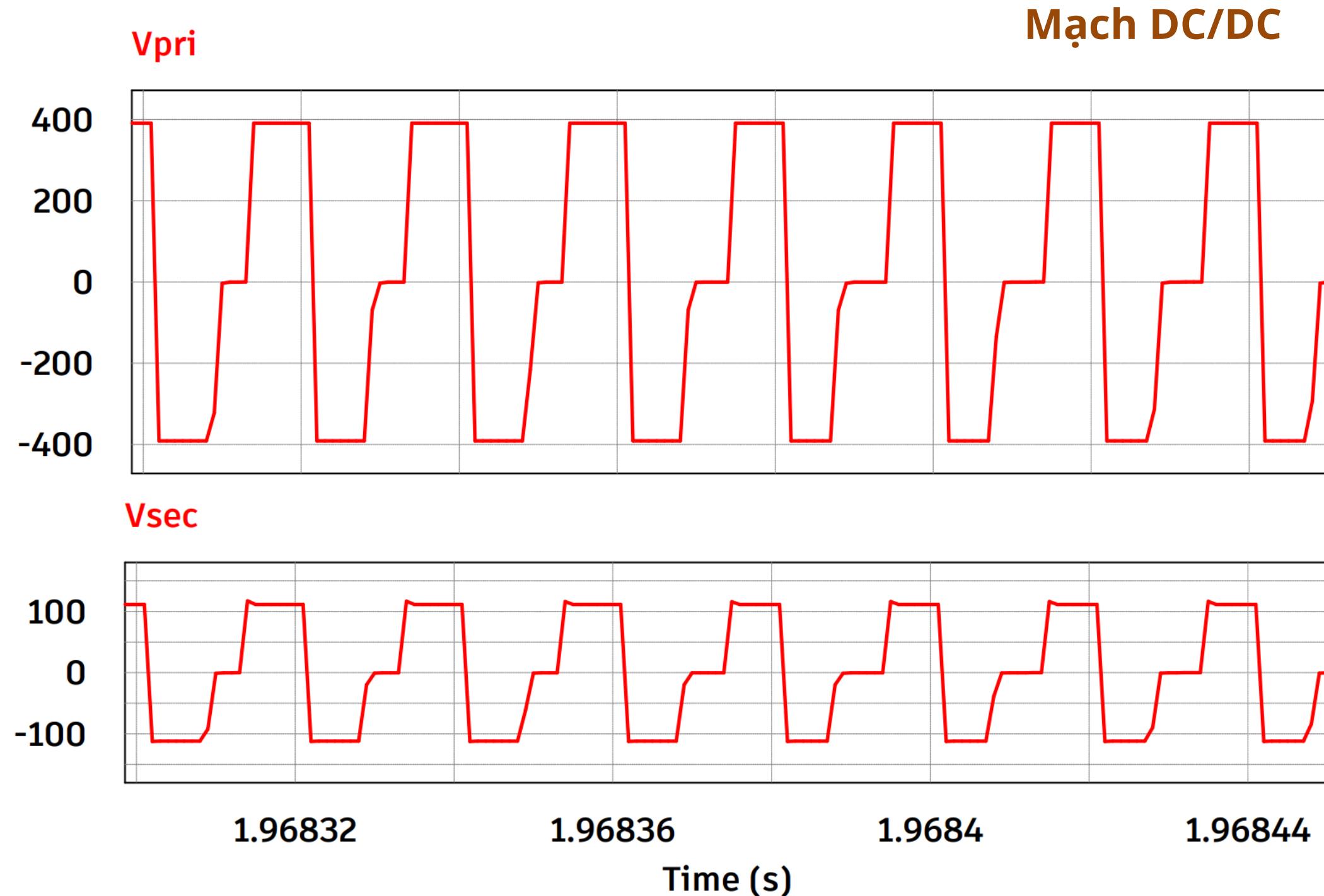
- THD của dòng điện và hệ số công suất đầu vào phân tích trong 1 chu kì

Kết quả mô phỏng



- Đáp ứng điện áp ngõ ra DC bus 390V của bộ chuyển đổi AC/DC

Kết quả mô phỏng



- Điện áp trên cuộn sơ cấp (Vpri) và thứ cấp (Vsec) máy biến áp

Kết quả mô phỏng

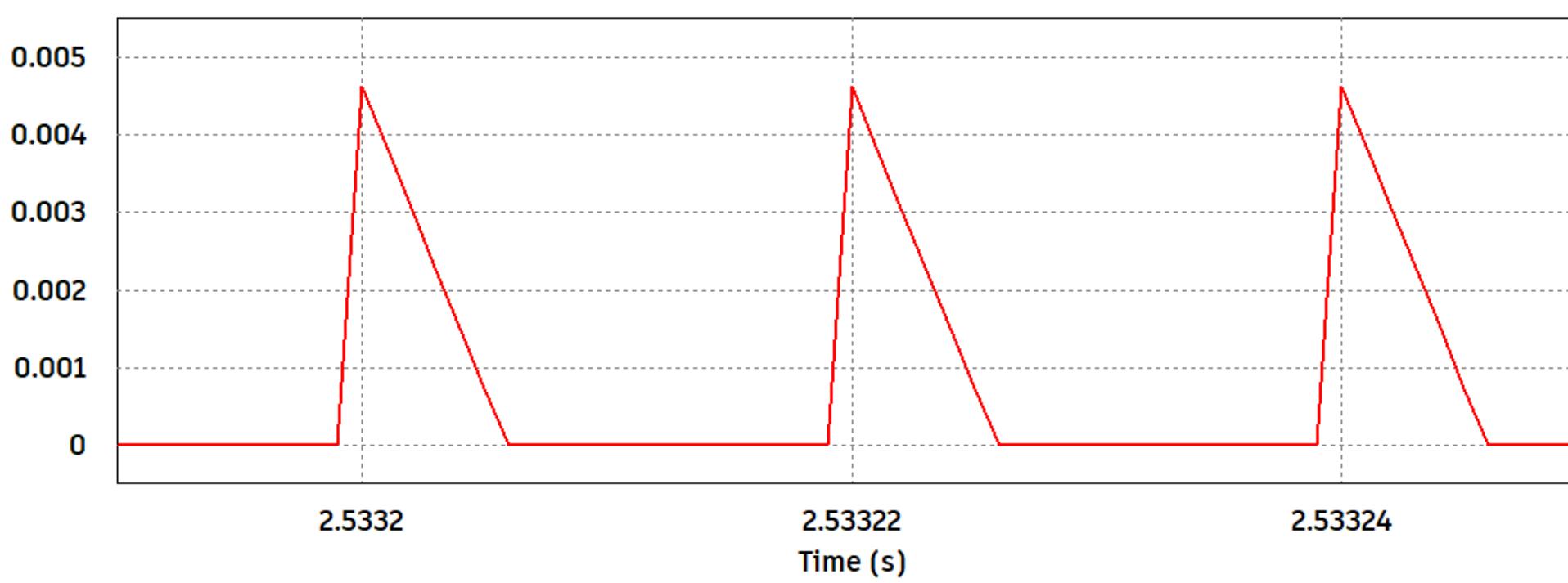
Mạch DC/DC

I(MOS6)



Dòng điện
qua 2 MOSFET

I(D10)

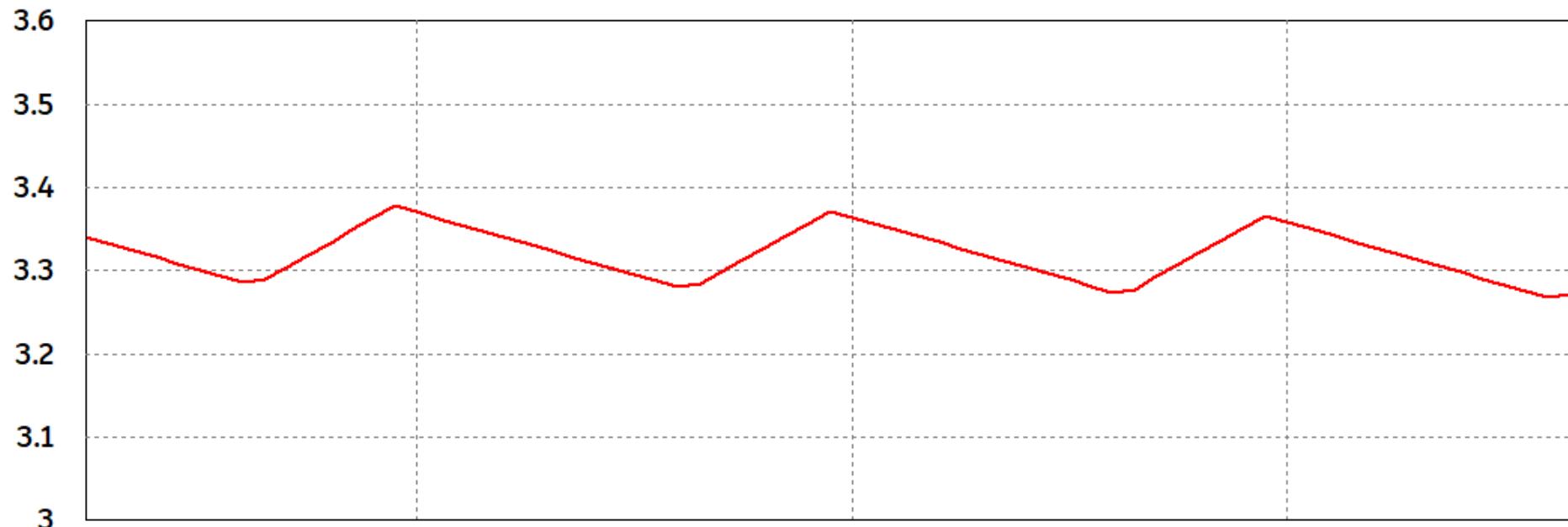


Dòng điện
qua 2 Đì-ốt
kẹp

Kết quả mô phỏng

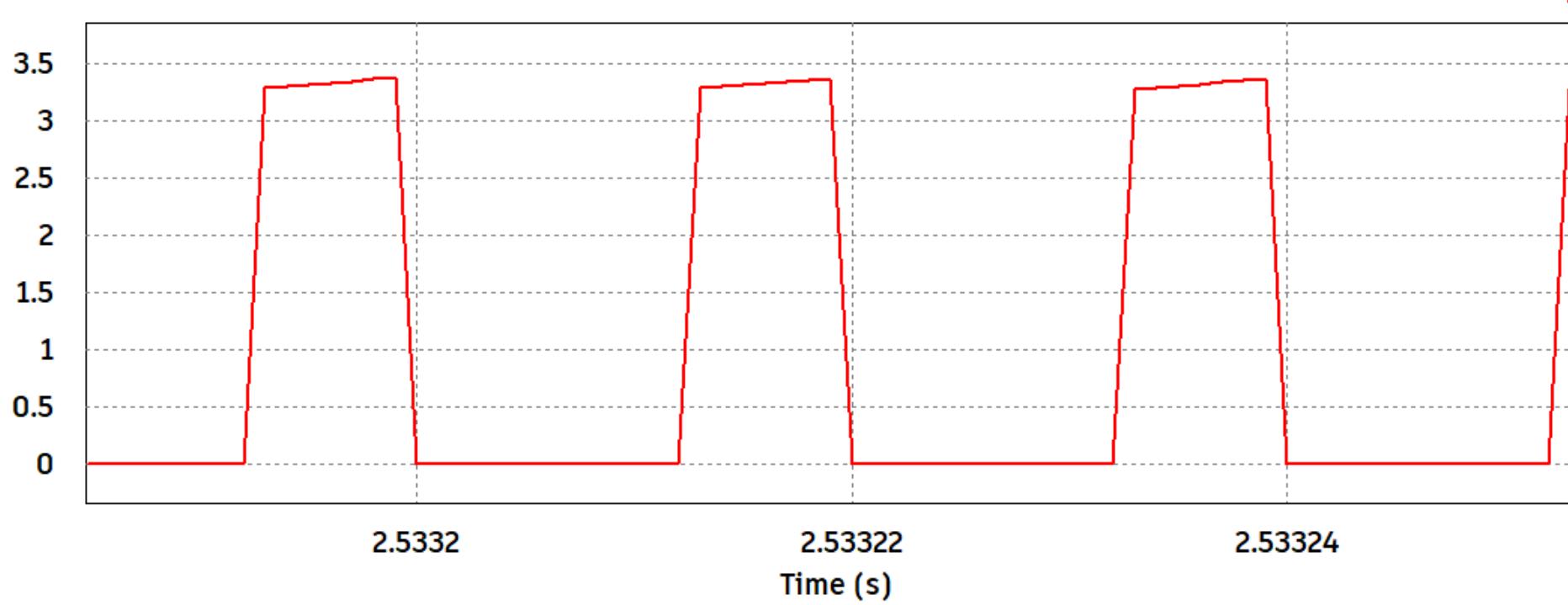
Mạch DC/DC

I(L3)



Dòng điện
qua cuộn cảm

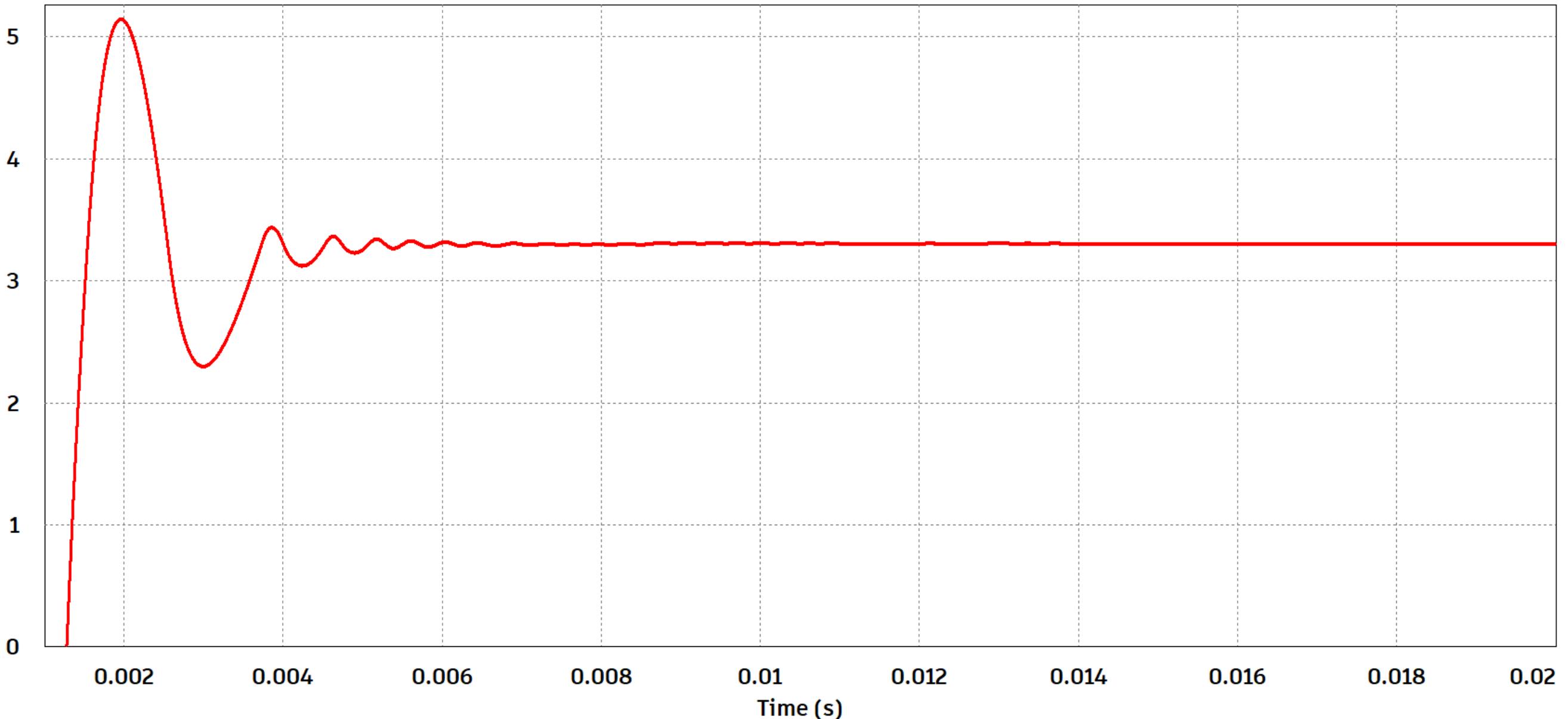
I(D4)



Dòng điện
qua Đèn-đốt
chỉnh lưu

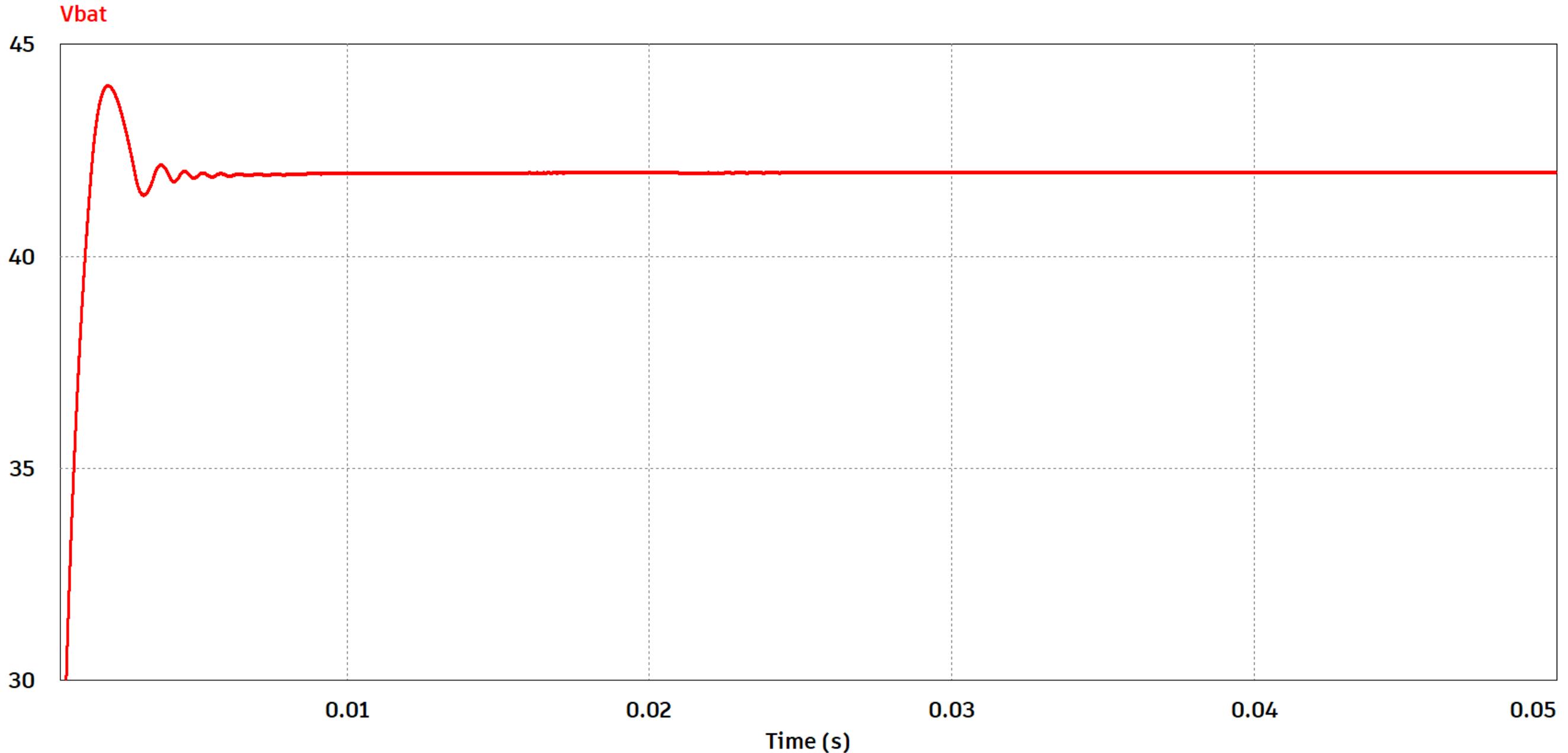
Kết quả mô phỏng

iBat



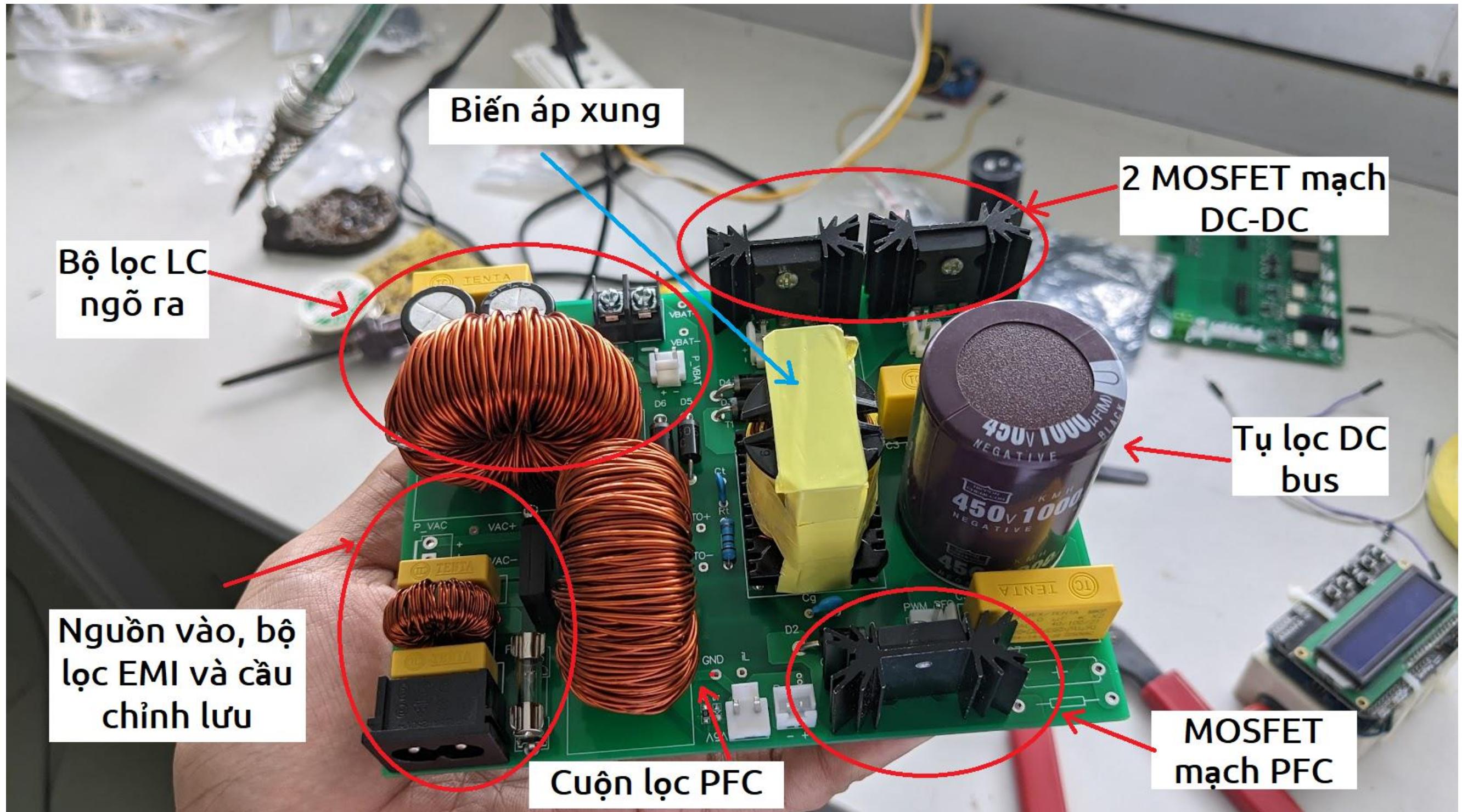
- Đáp ứng dòng điện đầu ra 3.3A mô phỏng ở chế độ CC

Kết quả mô phỏng



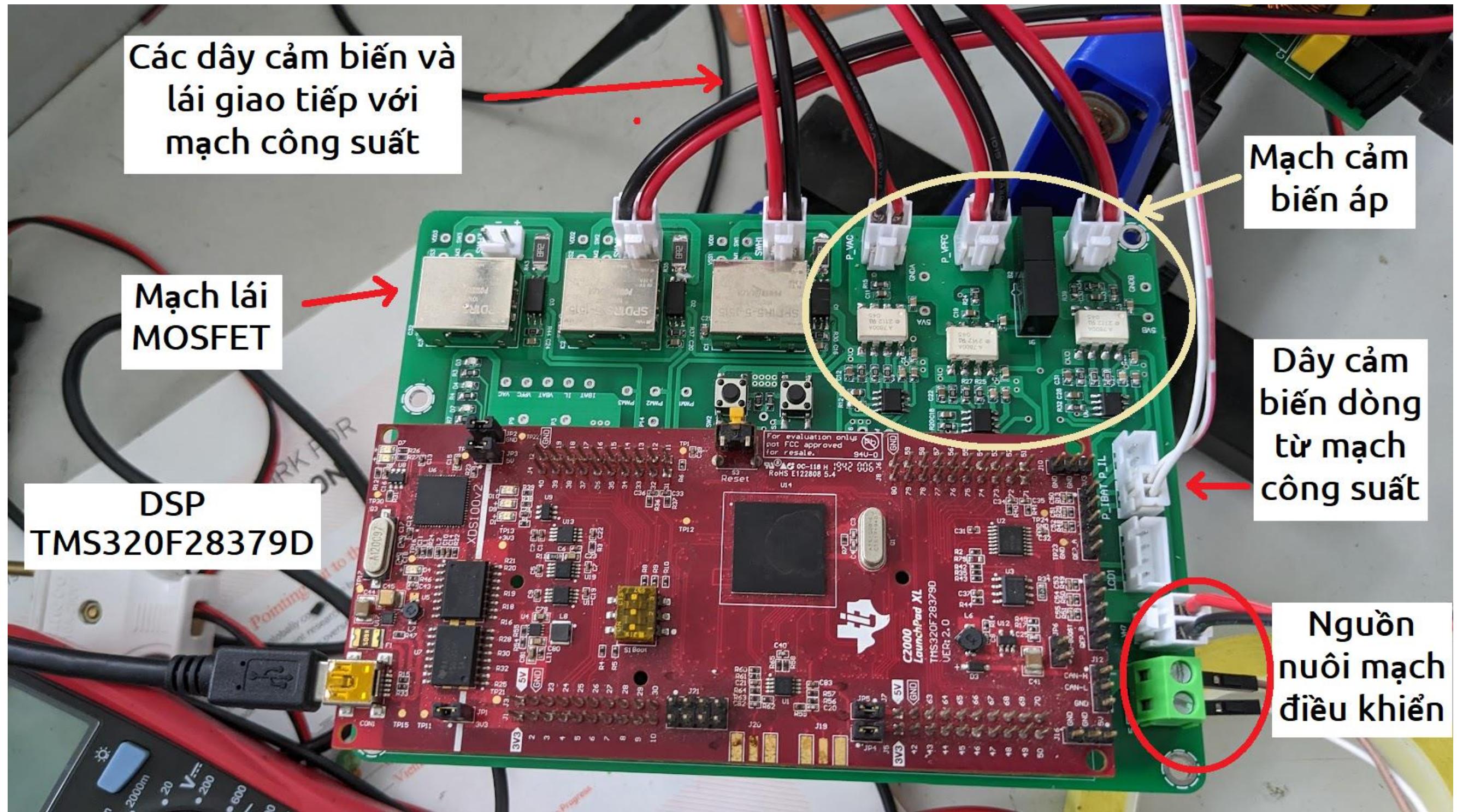
- Đáp ứng điện áp đầu ra 42V mô phỏng ở chế độ CV

Kết quả thực nghiệm



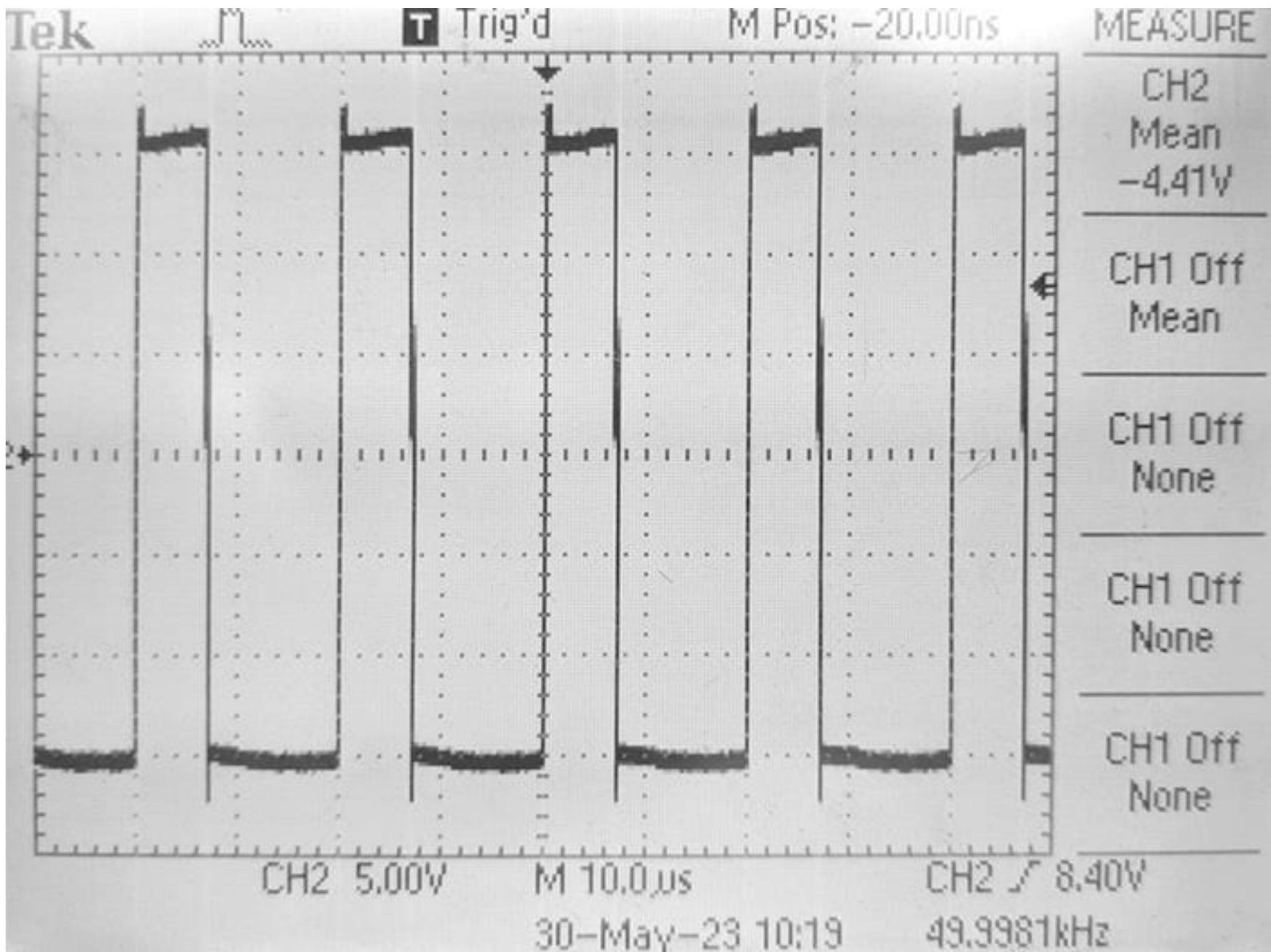
- Mô hình mạch công suất

Kết quả thực nghiệm



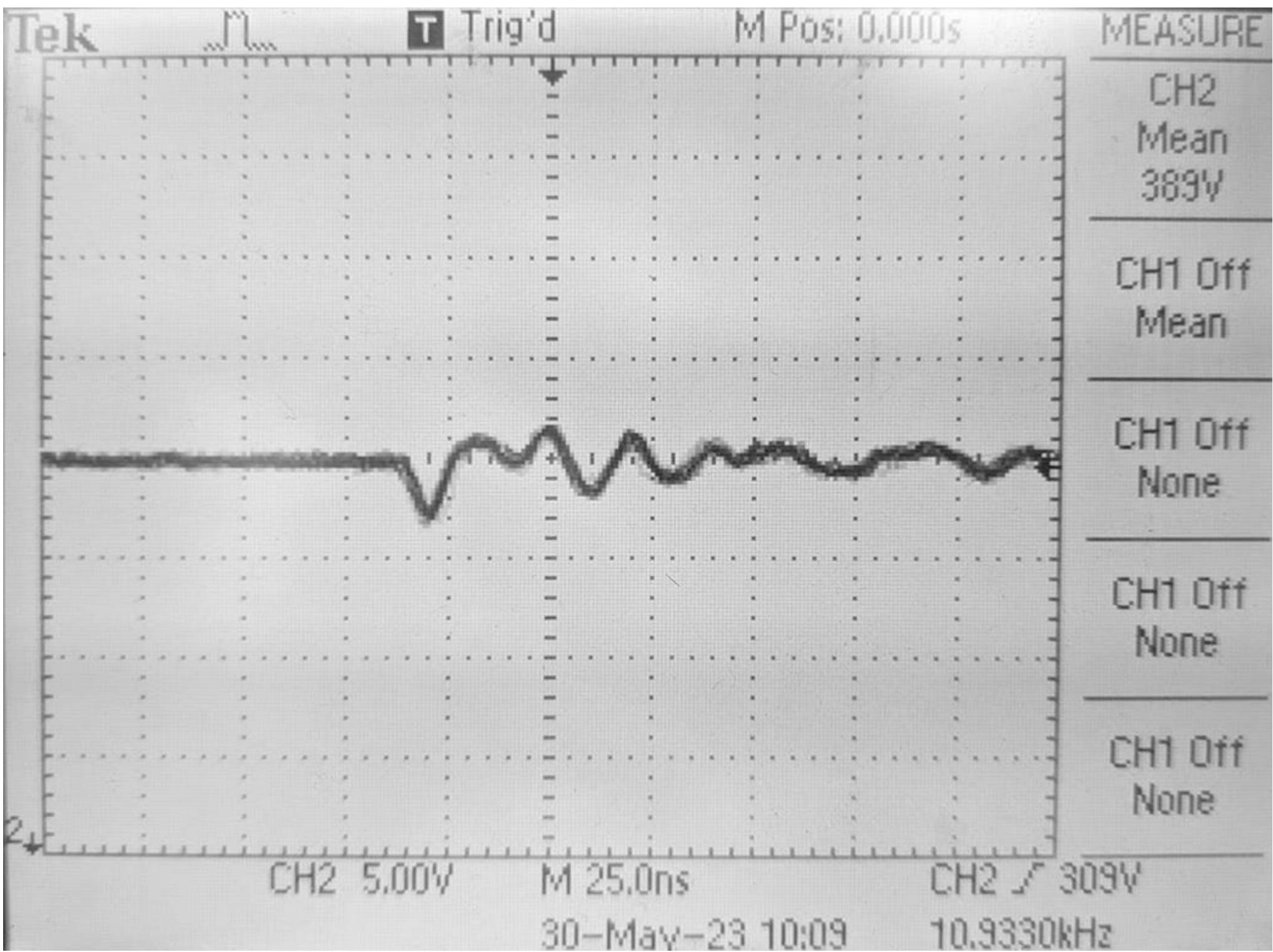
- Mô hình mạch điều khiển

Kết quả thực nghiệm



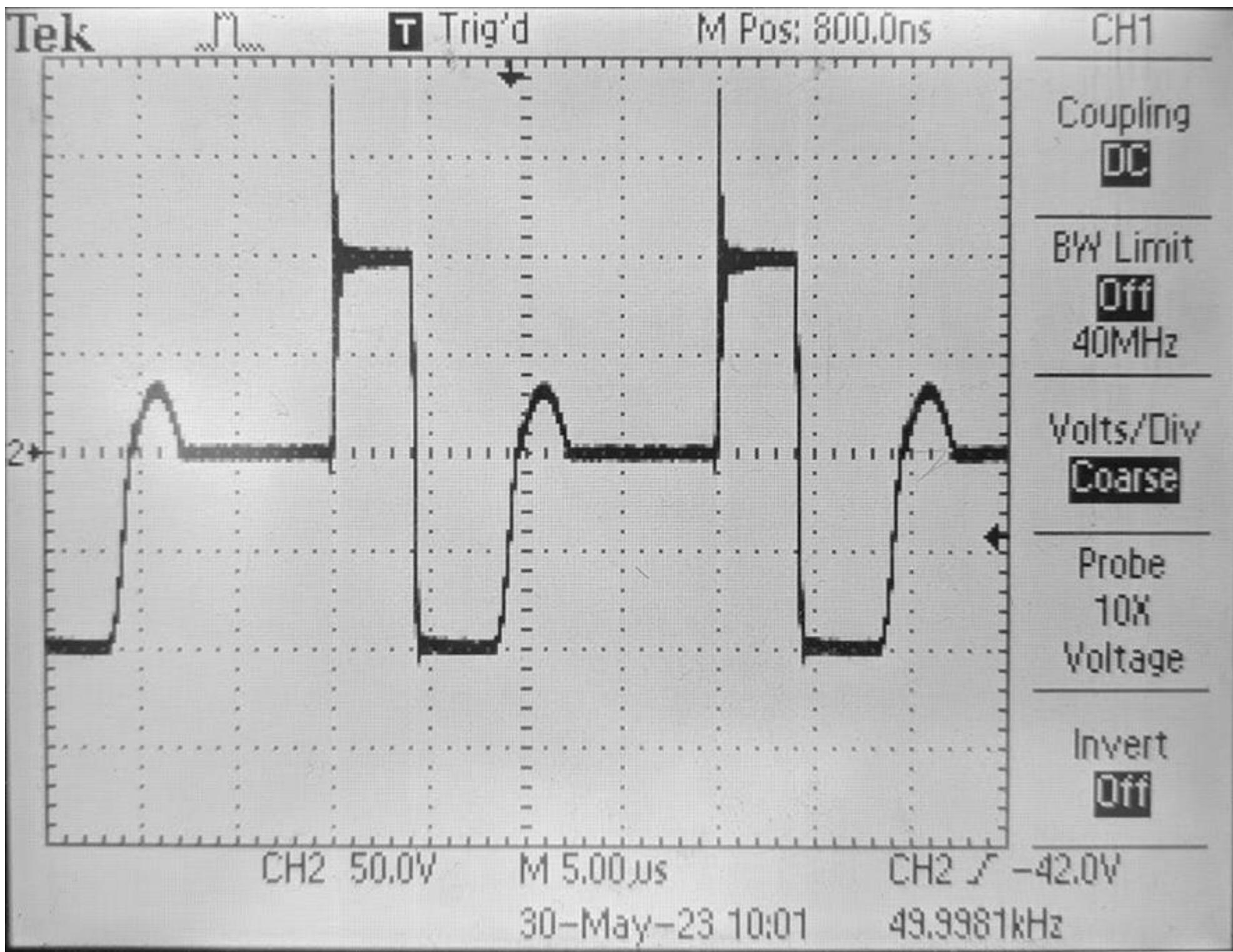
- Xung kích MOSFET (5V-10us/div)

Kết quả thực nghiệm



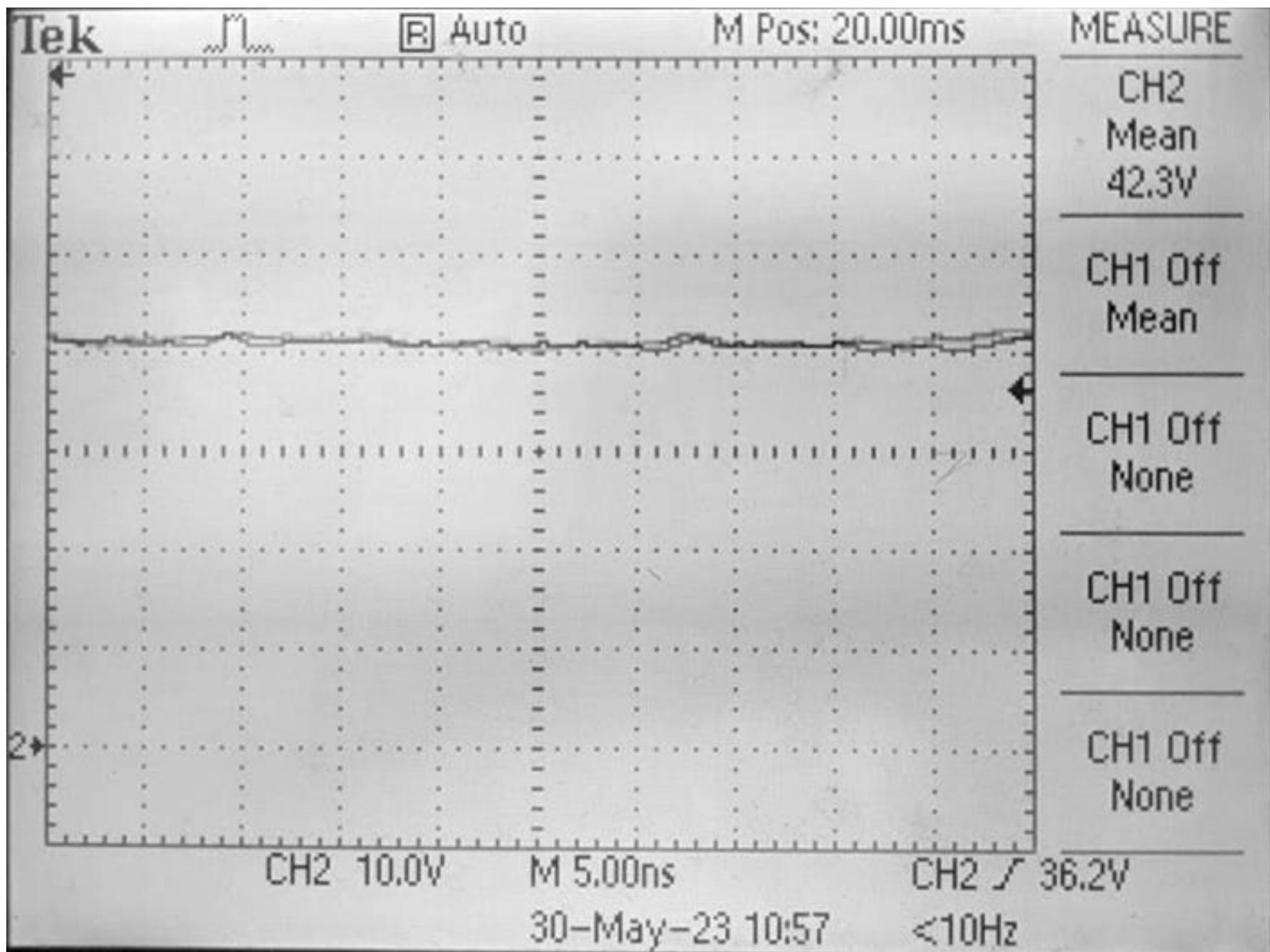
- Điện áp ngõ ra DC bus 390V của bộ chuyển đổi AC/DC

Kết quả thực nghiệm



- Điện áp trên cuộn dây sơ cấp máy biến áp (50V-5us/div)

Kết quả thực nghiệm



- Điện áp đầu ra 42V giả định ở chế độ sạc CV