

GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỰ BÙ ỨNG ĐỘNG TRÊN LƯỚI ĐIỆN HẠ THỂ BẰNG SÓNG VÔ TUYẾN

● PHẠM TẤN HƯNG

TÓM TẮT:

Bù công suất phản kháng cho lưới điện là công việc rất cần thiết, do nhu cầu sử dụng năng lượng điện trong các lĩnh vực không ngừng tăng, gây quá tải cho nhà cung cấp điện. Tổn hao công suất do 2 thành phần tạo ra, thành phần do công suất tác dụng (P) thì rất khó giảm, nhưng thành phần do công suất phản kháng (Q) là thông số hoàn toàn giảm được. Việc giảm công suất phản kháng sẽ giảm tổn thất điện năng cho các hộ gia đình, xí nghiệp và nguồn năng lượng điện của quốc gia. Mục tiêu của bài viết là thiết kế thiết bị điều khiển tự bù ứng động trên lưới hạ thế sử dụng sóng vô tuyến. Việc sử dụng bộ điều khiển bù lưới điện từ xa góp phần nâng cao năng suất lao động, giảm hao phí điện năng thông qua việc cải thiện thông số cosφ đáng kể so với trước khi bù.

Từ khóa: tổn hao công suất, bù công suất phản kháng, sóng vô tuyến, tự bù ứng động, điều khiển từ xa.

1. Đặt vấn đề

Theo yêu cầu của ban lãnh đạo Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN), mục tiêu giảm tỉ lệ tổn thất điện năng (TTĐN) xuống còn 6,7% vào cuối năm 2019 (Bảng 1) và nhu cầu giảm tổn thất điện năng luôn là ưu tiên hàng đầu cho những năm tiếp theo [1].

Việc giảm công suất phản kháng sẽ giảm tổn thất điện năng điều này rất quan trọng để nâng cao hiệu suất trong truyền tải và phân phối điện năng, đặc biệt là giảm tiền phạt hay còn gọi là tiền mua công suất phản kháng của hộ tiêu thụ điện. Hiện nay, có 2 phương pháp bù công suất phản kháng trên lưới hạ áp là:

Thứ nhất: Bù công suất phản kháng bằng tự bù lắp cố định trên đường dây (bù tĩnh).

Thứ hai: Bù công suất phản kháng bằng tự bù

Bảng 1. Mục tiêu giảm tổn thất điện năng của Tập đoàn Điện lực Việt Nam

Đơn vị	Thực hiện (2018)	Kế hoạch (2019)
EVNNPC	5,03%	4,85%
EVNSPC	4,08%	3,9%
EVNCPC	4,71%	4,7%
EVNHANOI	4,58%	3,9%
EVNHCMC	3,27%	3,3%
EVNNPT	2,44%	2,34%
EVN	6,83%	6,7%

được điều khiển thông qua thiết bị điều khiển tự (tự bù ứng động).

Ưu điểm của phương cả 2 phương pháp trên đều có tính năng như nhau là nâng cao hệ số công

suất cosφ cố định, bù cosφ theo thời gian cài đặt sẵn hoặc bù động cosφ theo thời gian.

Khuyết điểm của 2 phương pháp này là khi phụ tải dao động lớn ngoài khoảng thời gian cài đặt như chạy quạt cho ao tôm, hoạt động của cơ sở sản xuất nước đá, phân xưởng hàn, tiện hoạt động,... thì tụ điện không đáp ứng được sự tăng, giảm lượng công suất phản kháng của phụ tải, điều này gây tổn thất điện năng trên đường dây.

Để khắc phục tình trạng trên và góp phần giảm tổn thất điện năng trên đường dây hạ áp, nhân viên vận hành phải đến tận hiện trường để thao tác đóng, cắt trực tiếp, điều này gây tốn kém thời gian và công sức. Đặc biệt là ở vùng sâu vùng xa, đồi núi hay trong mùa mưa bão, lũ lụt, việc thao tác đóng cắt trực tiếp tại hiện trường sẽ gặp nhiều khó khăn hơn và không an toàn cho công nhân vận hành. Đồng thời, hiện tại chưa có giải pháp quản lý nào đáp ứng được việc giám sát trực tuyến trạng thái của các tụ bù. Vì vậy, việc đóng, cắt tụ bù để thay đổi dung lượng bù trong trường hợp phụ tải tăng, giảm bất thường chưa kịp thời.

Hiện tại, phương pháp lắp tụ bù ứng động theo cosφ được thực hiện thông qua một dây tín hiệu [2] kéo từ bộ điều khiển đến vị trí đặt tụ bù (đoạn cáp dài từ 400m đến 600m), dễ bạc màu, dễ bị đứt, bởi nhiều nguyên nhân, như: cây va quệt, tự mục đứt, tác động của môi trường,...

Với những khó khăn đặt ra cùng với sự phát triển của thời đại công nghệ 4.0 đã đặt ra yêu cầu cần thiết trong việc thiết kế bộ điều khiển tụ bù từ xa, mà sử dụng sóng vô tuyến RF là giải pháp của bài viết này. Bộ điều khiển này sẽ thay dây dẫn tín hiệu (dễ bị đứt) bằng bộ thu - phát sóng vô tuyến để điều khiển đóng cắt tụ bù hạ thế.

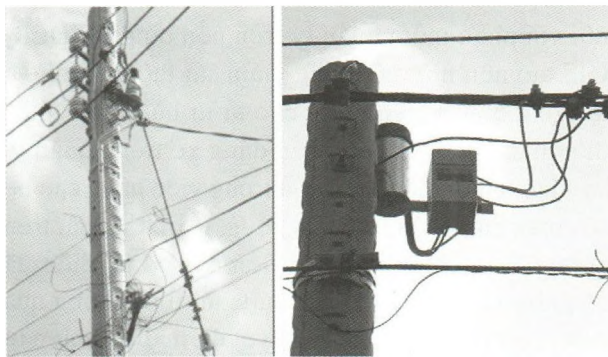
2 Tổng quan nghiên cứu

2. 1. Tình hình nghiên cứu trong nước

Hiện tại lưới điện trung, hạ thế của Điện lực Trà Vinh thực hiện việc bù công suất phản kháng bằng phương pháp sau: lắp đặt tụ cố định (bù tĩnh) như Hình 1, thường công suất khoảng 2,5kVar. Vị trí đặt phụ được xác định bằng phần mềm PSS.

Phương pháp trên có ưu điểm là dễ thực hiện chi phí thấp. Tuy nhiên, nhược điểm của các phương pháp trên là: đối với bù cố định khi tải dao động lớn

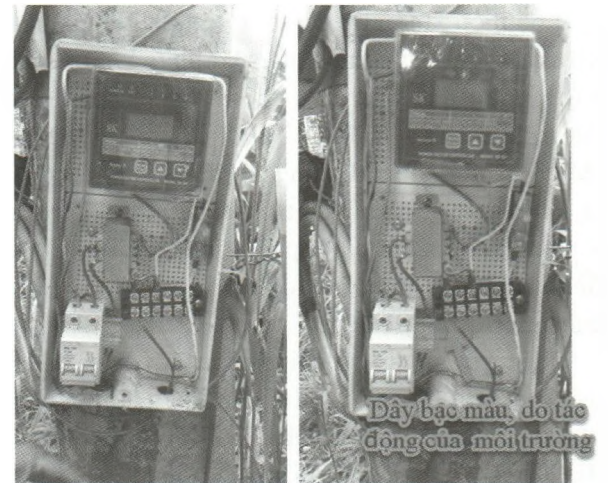
Hình 1: Tụ bù hạ thế ba pha lắp cố định trên lưới điện Châu Thành, Trà Vinh



thì khả năng bù thừa cao, không đáp ứng được đặc tính tải thay đổi, hiệu quả truyền tải công suất không cao, gây tổn thất điện năng lớn.

Năm 2013, Công ty Điện lực Bến Tre đã áp dụng giải pháp bù ứng động công suất phản kháng trên lưới hạ thế lắp trên đường dây [2], sau khi được EVN SPC công nhận vào năm 2013 (Biên bản số 1483/BB-EVN SPC ngày 13/3/2014). Giải pháp này đã đưa ra phương pháp đóng, cắt tụ bù được thực hiện bằng đoạn cáp tín hiệu kéo từ bộ điều khiển đến vị trí đặt tụ bù (đoạn cáp dài từ 400m đến 600m). Tuy nhiên, khi vận hành đã phát sinh tồn tại khiếm khuyết là thường hay bị đứt sợi cáp tín hiệu kéo từ bộ điều khiển đến vị trí đặt tụ bù, tham khảo Hình 2.

Hình 2: Tủ động lực (a) và tủ điều khiển (b) tụ bù ứng động có dây (2)



Công ty Điện lực Miền Trung (CPCEMEC) đã tích cực nghiên cứu và đưa vào thử nghiệm bộ thiết bị điều khiển tủ tụ bù SPFR03 như Hình 3 được kết nối với phần mềm quản lý trên nền tảng SPIDER-GIS tạo nên một hệ thống giám sát thông minh và tự động điều khiển từ xa các tủ tụ bù hạ thế theo thời gian thực [3], góp phần đáng kể trong quản lý vận hành lưới điện hiệu quả trong việc nâng cao hệ số cosφ, giảm công suất vô công, giảm tổn thất trên đường dây. Thiết bị điều khiển này có ưu điểm là có giám sát và điều khiển được tủ tụ bù thông qua một phần mềm quản lý. Khuyết điểm điều khiển từ xa các tủ tụ bù hạ thế theo thời gian thực, tính linh động chưa cao do có thời gian trễ nhất định, vẫn còn đang thử nghiệm.

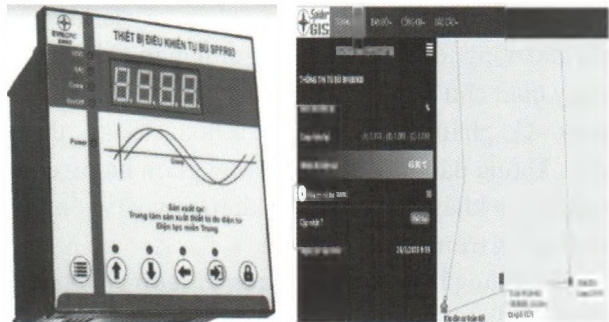
Một phương pháp điều khiển tủ bù từ xa khác là thông qua tin nhắn điện thoại di động. Thiết kế này có những cải tiến là đóng cắt tủ bù trung thế bằng tin nhắn để điều khiển các tủ bù trung thế đã bị hỏng tủ điều khiển như Hình 4. Đồng thời xây dựng phần mềm, quản lý, theo dõi quá trình vận hành của các tủ điều khiển này [4]. Tuy nhiên, bộ điều khiển này chỉ sử dụng cho việc đóng cắt tủ bù lưới điện trung thế. Cần có phần mềm và phải được phân quyền đăng nhập user và password để theo dõi quản lý quá trình vận hành khá phức tạp.

2.2. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

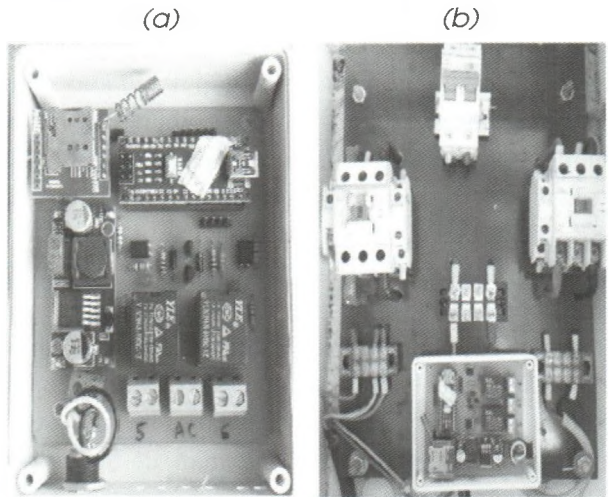
Nghiên cứu công nghệ giám sát không dây khi bù công suất phản kháng cho hệ thống điện có điện áp thấp, của tác giả Da Peng Liu, 2014 [5] đã công bố tại Applied Mechanics and Materials. Bài báo này sử dụng card DSP2812 làm cốt lõi để phát triển bộ điều khiển bù công suất phản kháng mới, nhận ra khi nào cần bù công suất phản kháng, cho mạng phân phối điện và thông qua mô-đun tin nhắn điện thoại di động TC35 để gửi thông tin SMS đến điện thoại di động để điều khiển tủ bù từ xa. Bài viết này phân tích chi tiết cấu trúc, nguyên lý phần cứng, sơ đồ khối phần mềm. Giám sát để tối ưu hóa việc sử dụng các thiết bị bù để cải thiện chức năng của lưới điện.

Thiết kế tương tự với giải pháp điều khiển không dây tủ bù công suất phản kháng cho mạng điện phân phối, bằng thiết bị F2114 GPRS IP MODEM [6], tham khảo Hình 5. Thành phần của

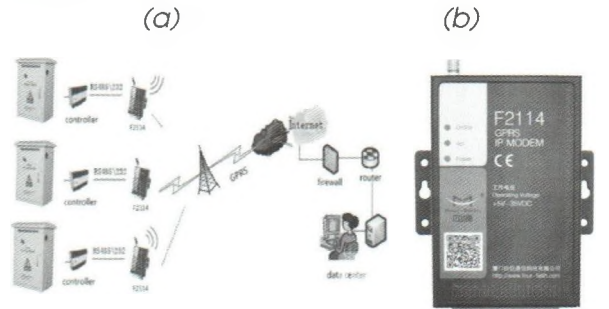
Hình 3: Thiết bị điều khiển tủ tụ bù SPFR03 và phần mềm giám sát (3)



Hình 4: Tủ điều khiển (a) và động lực (b) tủ bù trung thế từ xa bằng tin nhắn (4)



Hình 5: Giải pháp (a) và thiết bị (b) F2114 GPRS IP MODEM



hệ thống này gồm: bộ điều khiển với giao diện truyền thông RS232, thiết bị đầu cuối sử dụng Four - Faith F2114 và phần mềm trung tâm.

Thiết bị truyền dẫn sử dụng modem GPRS Four - Faith F2114, có ưu điểm nổi bật, hiệu suất ổn định, an toàn, đáng tin cậy. Đây là thiết bị đầu cuối

truyền dẫn không dây chuẩn công nghiệp điều khiển qua việc kết nối mạng và các tính năng trực tuyến phù hợp để sử dụng trong ngành Điện.

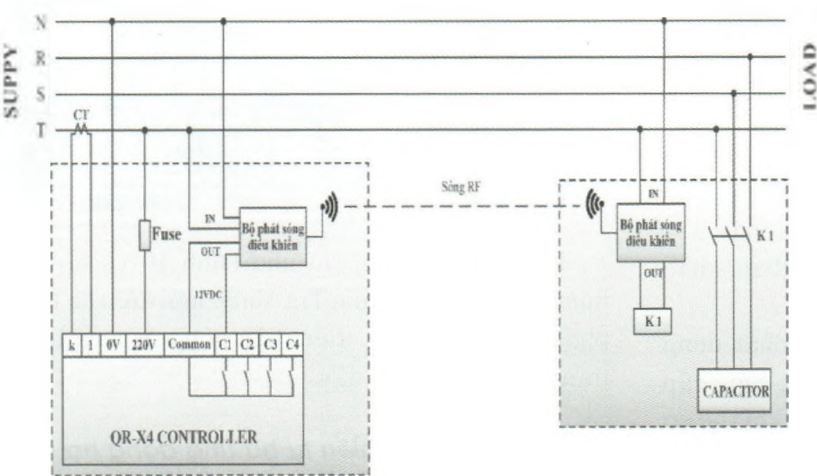
Sau khi đánh giá sơ bộ các nghiên cứu liên quan, trong bài báo này nhóm tác giả thiết kế hệ thống đóng cắt tụ bù từ xa dùng sóng RF 2.4GHz thông dụng dành cho lưới điện hạ thế, dễ lắp đặt, chi phí thấp, khoảng cách tối đa lên đến 600m, giúp bù công suất phản kháng, tăng hệ số công suất cực đại phù hợp với tiêu chí của Điện lực Việt Nam là $\cos\phi \geq 0.96$. Đồng thời, thiết kế giúp giảm chi phí nhân sự, nâng hiệu suất làm việc, giám sát thông số trạm điện từ xa, an toàn cho người vận hành.

3. Giải pháp đề xuất

3.1. Thiết kế bộ điều khiển tụ bù ứng động trên lưới điện hạ thế bằng sóng RF

Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển và mạch động lực đóng cắt tụ bù ứng động hạ thế từ xa dùng sóng RF được mô tả trong Hình 6.

Hình 6: Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển và động lực bằng sóng RF



Thiết kế, lắp đặt tủ động lực (bộ nhận tín hiệu và điều khiển đóng ngắt tụ bù) gồm có 01 mạch thu sóng vô tuyến nRF24L01, chip ESP 8266 nhận tín hiệu điều khiển từ bộ phát và đọc giá trị điện áp khi đóng, cắt tụ bù, 01 MCB 2P 32A, 01 contactor 220/380V-32A, tụ bù hạ thế 1 pha/3 pha,... được lắp trên lưới hạ thế tại vị trí cần bù công suất phản kháng (Q).

Thiết kế bộ điều khiển (bộ phát tín hiệu điều khiển cho mạch nhận tín hiệu) gồm có 01 bộ điều

khiển tụ bù 4 cấp SK QR-X4, 01 TI hạ thế với tỷ số biến dòng phù hợp, 01 bộ phát sóng vô tuyến nRF24L01, chip ESP 8266 để điều khiển thiết bị và thu thập thông số trạm từ tủ động lực,... được lắp tại vị trí trạm biến áp.

Điều khiển đóng, cắt tụ bù 1 pha hoặc 3 pha bằng sóng RF có đèn báo tín hiệu đóng cắt, khoảng cách lắp tụ bù cách trạm trên 600m. Bộ điều khiển được lắp đặt trong thùng composite đảm an toàn và hạn chế tác động của môi trường (mưa, nắng,...) đến bộ điều khiển.

3.2. Thiết kế mạch thu và phát sóng RF từ xa điều khiển tụ bù ứng động

Bộ thu phát sóng RF sử dụng module nRF24L01, sơ đồ kết nối với chip ESP 8266 được thể hiện trong Hình 7. Module nRF24L01 có 125 kênh truyền, sử dụng đường truyền vô tuyến với tần số trong khoảng từ 2.4GHz đến 2.525GHz tùy cài đặt. Bộ thu phát sóng được thiết kế với bộ khuếch

đại module ăngten nhằm tăng hiệu suất và khoảng cách truyền dẫn đối ta 2.500m với điều kiện lý tưởng. Nhưng trên thực tế áp dụng chỉ với khoảng cách tương đương 600m, do phụ thuộc vào vị trí lắp đặt các trạm thuộc thiết kế của Điện lực Trà Vinh nơi áp dụng (ấp Lò Ngò - xã Song Lộc - Châu Thành - Trà Vinh).

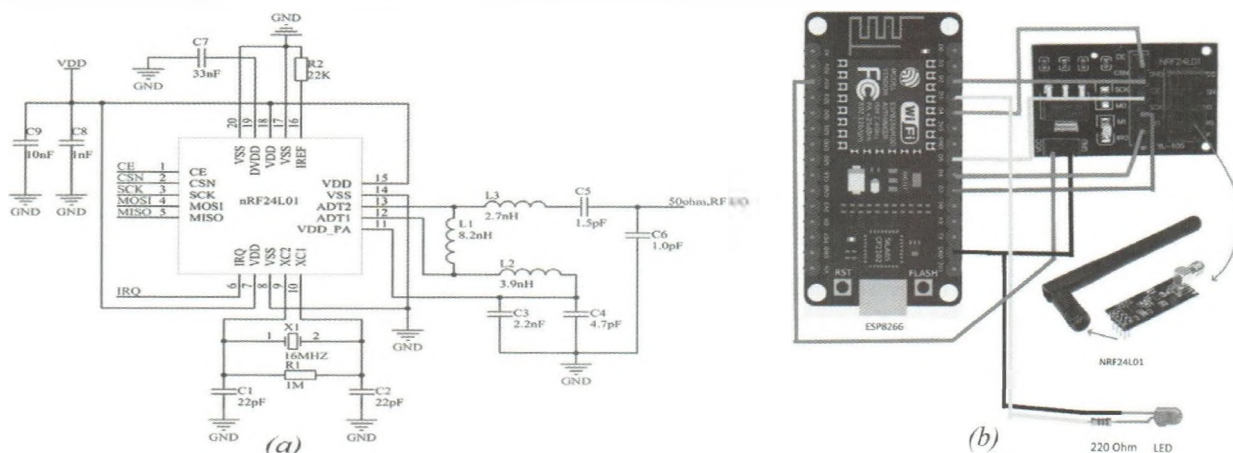
3.3. Lắp đặt tủ điều khiển và tủ bù vào lưới điện hạ thế

Các thiết bị sử dụng để thiết kế bộ điều khiển tụ bù 4 cấp như sau:

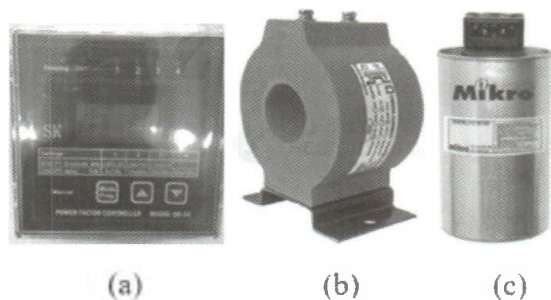
(1) SK Model QR-X4 như Hình

8a, là bộ điều khiển có 4 ngõ ra (ON/OFF) thuận lợi khi mở rộng cho trạm biến áp có 4 nhánh hạ thế. Nguyên lý hoạt động của bộ điều khiển là khi có dòng điện và điện áp cung cấp sẽ đóng, cắt ngõ ra tương ứng (ON/OFF) để phát, ngắt phát tín hiệu truyền tới mạch thu. Bộ điều khiển này được kích hoạt khi hệ số $\cos\phi < 0.95$. Bộ điều khiển sử dụng cho hệ thống điện xoay chiều 1 pha/200V và 3 pha/380V rất dễ dàng, chỉ cần thay đổi loại tụ bù phù hợp (1 pha/3 pha).

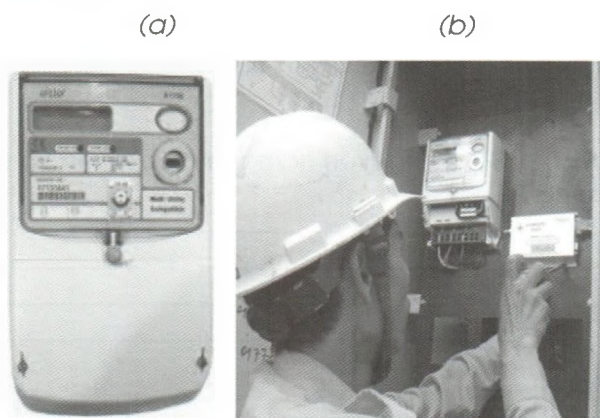
Hình 7: Sơ đồ nguyên lý module nRF24L01 (a) và kết nối chip ESP 8266 (b)



Hình 8: Bộ điều khiển tự (a), biến dòng (b) và tụ bù công suất phản kháng (c)



Hình 9: Quá trình lắp đặt công tơ điện Elster A1700



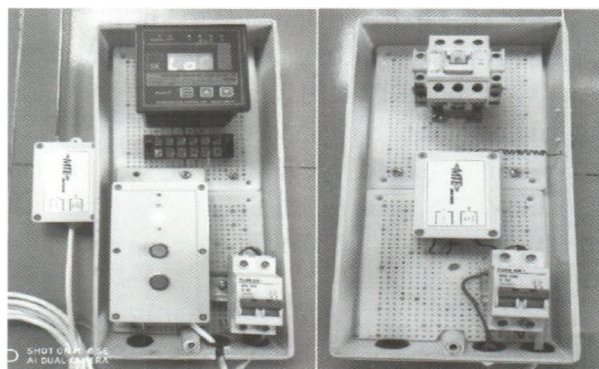
(2) *Biến dòng (TI)*: Qua số liệu khảo sát từ trạm biến áp 1 pha có: $S = 37,5\text{kVA}$; $12,7/0,23\text{kV}$, vận hành 1 pha 3 dây, $I_{dm(pha) 1} = I_{dm(pha) 2} = 81,5\text{A}$, chọn TI có tỷ số biến là $100/5\text{A}$, tham khảo Hình 8b.

(3) *Tụ bù*: Nguyên lý của tụ là phát dung kháng trực tiếp vào đường dây khi được cung cấp nguồn điện để bù công suất phản kháng khi (hệ số công suất xuống thấp: $\cos\varphi < 0,95$). Tụ điện sẽ được hòa điện dung vào lưới điện thông qua cotactor để cung cấp dung kháng cho phụ tải. Qua khảo sát nhóm chọn tụ có thông số của tụ Mikro MKC-235050KS một pha/230V có $Q = 5\text{kVar}$, tham khảo Hình 8c.

(4) *Công tơ điện tử*: Công tơ được sử dụng trong thiết kế này loại Elster A1700 (Hình 9). Ngoài thông số $\cos\varphi$, công tơ còn thể hiện được các thông, như: Điện áp (U), dòng điện (I), công suất phản kháng (Q), công suất tác dụng (P) và cả góc lệch pha (φ) của phụ tải.

Thiết bị thực nghiệm như Hình 10 và lắp đặt thực tế trên địa bàn tỉnh Trà Vinh, lưới điện hạ thế 1 pha do Công ty Phát triển điện nông thôn quản lý, trạm biến áp 1 pha/3 dây.

Hình 10: Bộ điều khiển tụ bù ứng động hạ thế thực nghiệm tại Trà Vinh



Công suất $S = 37,5 \text{ kVA}$, tại Trạm biến áp hạ thế 1 pha 3 dây, ấp Lò Ngò - xã Song Lộc - Châu Thành - Trà Vinh. Ký hiệu trạm: Lò Ngò 2-2; 480TV/276 (Hình 11).

4. Kết quả thảo luận

4.1. Kết quả khảo sát và thu thập số liệu

Bộ điều khiển được tiến hành lắp đặt trên trụ như Hình 11 và tiến hành thu thập các thông số dòng điện, điện áp pha, công suất, công suất phản kháng và hệ số công suất $\cos\varphi$ trước và sau khi bù. Thông số thu thập trong quá trình khảo sát với tần suất là 30 phút/lần, tương đương 48 mẫu/ngày. Mỗi chế độ đóng cắt tụ bù trên lưới điện được khảo sát trong 2 ngày, tổng số mẫu thu thập được là 288 mẫu tương ứng với 3 trường hợp: không bù, điều khiển bù trực tiếp bằng dây dẫn và bù từ xa bằng sóng RF. Bảng 2 chỉ trình bày một phần số liệu điển hình trong quá trình thu thập số liệu

Hình 11: Thiết bị điều khiển tụ bù được lắp đặt tại trạm 473TV/P22/P11/03



Bảng 2. Thông số trạm hạ thế sau khi bù từ xa bằng sóng RF

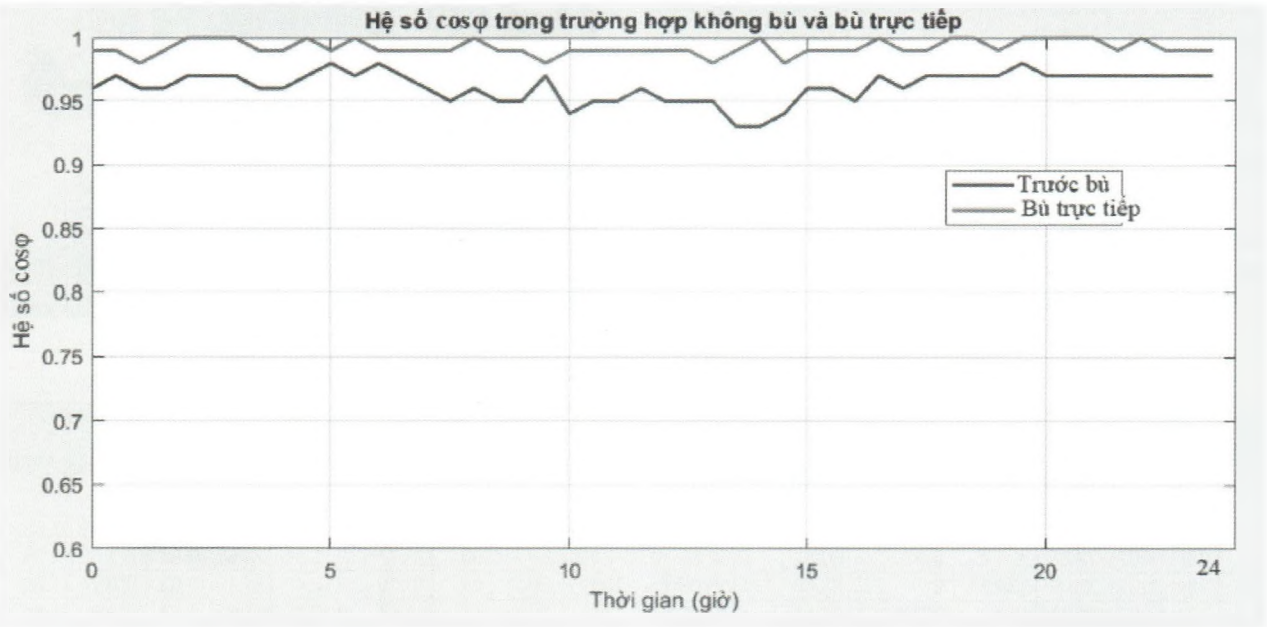
#	Thời gian	Điện áp (V)			Dòng điện (A)			Hệ số Cos φ				P (kW)				Q (kVar)			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	Trung bình	A	B	C	Tổng	A	B	C	Tổng
1	08/11/2021 23:30	230.95	0	230.9	54.55	0	50.72	0.98	1	0.99	0.99	14.77	0	10.63	25.4	1.38	0	0.92	2.3
2	08/11/2021 23:00	233.3	0	233.52	61.9	0	50.36	0.99	1	0.99	0.99	13.45	0	10.89	24.34	1.2	0	1.18	2.38
3	08/11/2021 22:30	234.02	0	234.2	60.82	0	52.66	0.99	1	0.98	0.99	13.77	0	11.81	25.58	0.88	0	1.68	2.56
4	08/11/2021 22:00	234.31	0	235	83.69	0	55.05	1	1	1	1	18.79	0	12.4	31.19	0.52	0	0.74	1.26
5	08/11/2021 21:30	234.3	0	234.3	84.51	0	72.95	1	1	1	1	18.94	0	16.15	35.09	0.84	0	0.7	1.54
6	08/11/2021 21:00	232.45	0	232.8	93.36	0	77.59	1	1	1	1	23.22	0	17.33	40.55	0.64	0	0.86	1.5
7	08/11/2021 20:30	232.34	0	232.78	65.55	0	51.33	0.99	1	0.99	0.99	14.75	0	11.41	26.16	0.88	0	1.12	2
8	08/11/2021 20:00	234.34	0	234.43	69.95	0	55.04	1	1	0.99	1	15.71	0	12.18	27.89	0.32	0	1.3	1.62
9	08/11/2021 19:30	232.64	0	232.83	75.56	0	55.3	1	1	0.99	1	16.9	0	12.46	29.36	0.76	0	1.16	1.92
10	08/11/2021 19:00	229.45	0	229.78	104.2	0	82.07	1	1	0.99	1	23.07	0	17.88	40.95	0.72	0	1.16	1.88
11	08/11/2021 18:30	232.12	0	232.21	100	0	68.17	1	1	0.99	1	22.71	0	15.23	37.94	0.44	0	1.08	1.52
12	08/11/2021 18:00	228.94	0	229.4	111.2	0	78.35	1	1	1	1	24.48	0	15.75	40.23	1.02	0	1.16	2.18
13	08/11/2021 17:30	230.76	0	231.49	107.1	0	75.3	1	1	1	1	23.76	0	16.82	40.58	0.54	0	0.82	1.36
14	08/11/2021 17:00	228.88	0	229.28	74.71	0	62.53	0.99	1	0.99	0.99	16.24	0	14.25	30.49	0.92	0	1.52	2.44
15	08/11/2021 16:30	228.53	0	228.84	66.13	0	48.1	0.99	1	0.96	0.98	14.39	0	10.59	24.98	0.92	0	1.26	2.18
16	08/11/2021 16:00	229.14	0	229.29	57.91	0	48	0.98	1	0.96	0.98	12.44	0	9.5	21.94	1.92	0	1.34	3.26
17	08/11/2021 15:30	227.15	0	227.18	59.63	0	57.33	0.99	1	0.97	0.99	12.92	0	10.75	23.67	1.04	0	1.7	2.74
18	08/11/2021 15:00	230.96	0	230.69	45.67	0	47.75	0.98	1	0.99	0.99	9.56	0	11.09	20.65	1.04	0	1.06	2.1
19	08/11/2021 14:30	230.58	0	230.89	58.88	0	51.58	1	1	0.99	1	11.38	0	11.23	22.61	0.46	0	0.64	1.1
20	08/11/2021 14:00	231.08	0	230.93	59.48	0	56.28	0.98	1	0.99	0.99	12.57	0	11.5	24.07	0.96	0	0.84	1.8
21	08/11/2021 13:30	226.5	0	226.49	74.85	0	53.3	0.99	1	0.99	0.99	15.82	0	11.47	27.29	1.48	0	1.04	2.52
22	08/11/2021 13:00	230.29	0	230.28	52.88	0	46.1	0.99	1	0.98	0.99	11.25	0	10.15	21.4	0.92	0	1.06	1.98
23	08/11/2021 12:30	233.77	0	233.99	95.19	0	82.29	1	1	0.99	1	21.35	0	18.88	40.23	0.56	0	0.96	1.52
24	08/11/2021 12:00	231.47	0	231.8	95.88	0	73.12	1	1	0.99	1	21.27	0	16.14	37.41	0.38	0	1.24	1.62
25	08/11/2021 11:30	231.56	0	231.96	83.02	0	62.18	0.99	1	0.99	0.99	17.64	0	15.23	32.87	0.82	0	1.16	1.98
26	08/11/2021 11:00	229.85	0	230.28	79.31	0	65.93	1	1	0.98	0.99	17.21	0	13.89	31.1	0.7	0	1.16	1.86
27	08/11/2021 10:30	232.36	0	231.89	57.85	0	53.16	0.99	1	0.98	0.99	12.18	0	11.8	23.98	1.1	0	0.96	2.06
28	08/11/2021 10:00	227.84	0	228.05	81.55	0	65.46	0.99	1	0.99	0.99	17.74	0	14.03	31.77	1	0	1.14	2.14
29	08/11/2021 09:30	234.34	0	234.34	67.8	0	55.82	0.98	1	0.99	0.99	16.24	0	11.97	28.21	1.44	0	0.98	2.42
30	08/11/2021 09:00	227.9	0	227.5	59.29	0	72.71	0.98	1	0.99	0.99	12.51	0	15.79	28.3	1.44	0	1.02	2.46

thông qua việc đóng cắt tụ bù ứng động lưới điện hạ thế từ xa bằng sóng RF đã thực nghiệm.

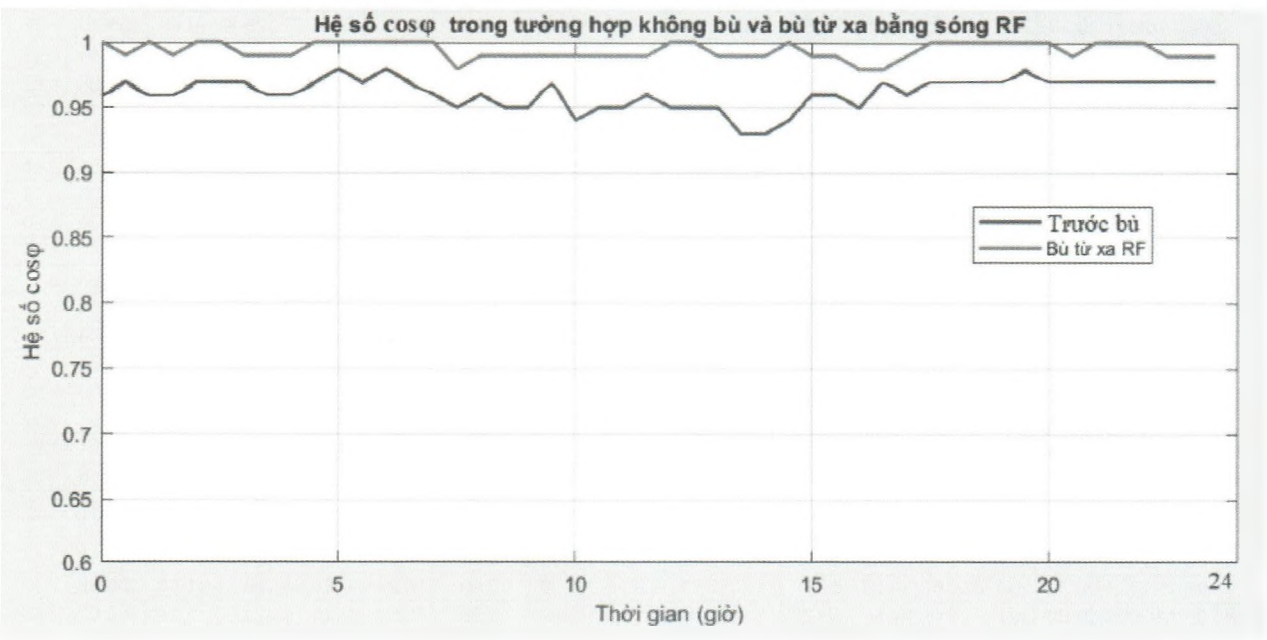
Kết quả kiểm chứng hoạt động của bộ điều khiển đóng cắt tụ bù từ xa dùng sóng RF so với phương pháp điều khiển đóng cắt tụ bù trực tiếp bằng dây tín hiệu cũng như thông số lưới điện trước khi bù được thể hiện trong Hình 12 và Hình 13.

Ta nhận thấy rằng hệ số $\cos\varphi$ trước khi đóng tụ bù có giá trị dao động không ổn định, trong thời gian tiêu thụ điện năng trên lưới điện nhiều hệ số $\cos\varphi$ đôi khi giảm nhỏ tầm 0.93 và đạt cao nhất là 0.98. Khi tiến hành bù (trực tiếp và từ xa) thì hệ số $\cos\varphi$ đã cải thiện đáng kể, có thời điểm $\cos\varphi = 1$. Thông số $\cos\varphi$ dao động từ 0.98 và cao nhất là 1,

Hình 12: Hệ số $\cos\varphi$ trước và sau khi bù trực tiếp bằng dây tín hiệu



Hình 13: Hệ số $\cos\varphi$ trước và sau khi bù từ xa bằng sóng RF



giá trị này hoàn toàn đáp ứng được chỉ tiêu về tổn thất điện năng của nhà cung cấp điện. (Bảng 3).

Bảng 3. Hệ số cosφ trước và sau khi bù

cosφ	Trước khi bù	Sau khi bù
Max	0.98	1
Min	0.93	0.98

4.2. Tính năng tự động đồng bộ tín hiệu đóng cắt giữa bộ thu và phát khi trạm có sự cố

Qua kết quả đã khảo sát (Bảng 4, 5, 6, 7, 8) và đối chiếu với các nghiên cứu đã đề cập, ta thấy giải pháp sử dụng sóng RF đóng cắt tự bù ứng động cho trạm biến áp hạ thế là giải pháp mang tính công nghệ, có nhiều ưu điểm và thay thế được giải pháp truyền thống dùng dây dẫn để truyền tín hiệu điều khiển, cụ thể:

Bảng 4. Trường hợp 1: Trạm không có sự cố

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Đóng	1	1
Cắt	0	0

Bảng 5. Trường hợp 2: Mất điện trạm khi lưới chưa bù ứng động

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Trước sự cố	0	0
Khi có sự cố	0	0
Trong thời gian sự cố	0	0
Sau sự cố	0	0
Đồng bộ sau 30 phút	1	1

• Thuận lợi trong công tác thi công lắp đặt, bảo trì, sửa chữa thiết bị: tiết kiệm nhân công, thời gian, giảm chi phí vật tư thiết bị, giảm chi phí bảo dưỡng sửa chữa sự cố đứt dây tín hiệu do các tác nhân khách quan.

Bảng 6. Trường hợp 3: Mất điện trạm khi lưới đang bù ứng động

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Trước sự cố	1	1
Khi có sự cố	0	0
Trong thời gian sự cố	0	0
Sau sự cố	0	0
Đồng bộ sau 30 phút	1	1

Bảng 7. Trường hợp 4: Mất điện tại nhánh bù khi chưa có lệnh bù ứng động, trong thời gian sự cố không có lệnh bù ứng động

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Trước sự cố	0	0
Khi có sự cố	0	0
Trong thời gian sự cố	0	0
Sau sự cố	0	0
Đồng bộ sau 30 phút	1	1

Bảng 8. Trường hợp 5: Mất điện tại nhánh bù khi chưa có lệnh bù ứng động, trong thời gian sự cố có lệnh bù ứng động

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Trước sự cố	0	0
Khi có sự cố	0	0
Trong thời gian sự cố	1	0
Sau sự cố	1	0

Bảng 9. Trường hợp 6: Mất điện tại nhánh bù khi đang có lệnh bù ứng động, trong thời gian sự cố vẫn giữ lệnh bù ứng động

Tình trạng	Bộ phát (Trạm)	Bộ thu (Vị trí bù)
Trước sự cố	1	1
Khi có sự cố	1	0
Trong thời gian sự cố	1	0
Sau sự cố	1	0
Đồng bộ sau 30 phút	1	1

- Nâng cao độ tin cậy trong vận hành, đảm bảo chất lượng điện năng được liên tục.
- Phù hợp định hướng phát triển lưới điện hạ thế thông minh trong tương lai: theo dõi thông số vận hành từ xa, thao tác đóng cắt thiết bị từ xa,...

5. Kết luận

Bài viết đã trình bày giải pháp điều khiển đóng cắt tụ bù từ xa sử dụng sóng RF thay thế cho việc đóng cắt thủ công truyền thống. Nội dung nghiên cứu đã được thử nghiệm trên lưới điện hạ thế tại địa bàn tỉnh Trà Vinh, Công ty Phát triển điện nông thôn Trà Vinh, tại Trạm biến áp hạ thế 1 pha 3 dây, ấp Lò Ngò - xã Song Lộc - Châu Thành - Trà Vinh. Ký hiệu trạm: Lò Ngò 2-2; 480TV/276.

Nghiên cứu cho thấy việc sử dụng thiết bị như đề xuất trong bài báo hoàn toàn đáp ứng chỉ tiêu giảm thiểu tổn hao công suất điện năng theo tiêu chí của EVN đặt ra. Lưới điện thử nghiệm đã tăng hệ số cosφ xấp xỉ bằng 1 sau khi đóng tụ bù và đảm bảo sự ổn định của lưới điện. Từ đó ta thấy rằng, với giải pháp đã đề xuất hoàn toàn có khả năng áp dụng thực tế và rộng rãi tại nhiều địa bàn có sự tổn hao công suất điện năng hàng ngày tương đối lớn. Thiết bị triển khai sẽ giúp giảm tổn thất điện năng đáng kể, nâng cao hiệu suất làm việc, an toàn cho người vận hành ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2019). EVN và mục tiêu giảm tổn thất điện năng còn 67 năm 2019. Truy cập tại <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/dien-luc-viet-nam/evn-va-muc-tieu-giam-ton-that-dien-nang-con-67-nam2019.html>

2. Công ty Điện lực Bến Tre (2013). *Thiết kế bù hạ thế ứng động lắp trên đường dây*. Bến Tre.

3. Quang Vương (2018). CPCEMEC: Thử nghiệm giải pháp giám sát, điều khiển từ xa tủ tụ bù qua sóng vô tuyến. Truy cập tại <https://cpc.vn/vi-vn/Tin-tuc-su-kien/Tin-tuc-chi-tiet/articleId/21933>

4. Nguyễn Chí Nhơn, Quang Công Khoa, Trần Minh Dũng, Nguyễn Ngọc Hiền (2019). Thiết kế bộ điều khiển đóng cắt tụ bù ứng động từ xa bằng tin nhắn. Truy cập tại <https://seea.vn/news/sang-kien-khcn/thiet-ke-bo-dieu-khien-dong-cat-tu-bu-ung-dong-tu-xa-bang-tin-nhan-43611.html>

5. Da Peng Liu. (2014). Low Voltage Reactive Power Compensation Technology in Wireless Monitoring System. *Applied Mechanics and Materials*, 484-485, 343-347.

6. (2014). Reactive Power Compensation wireless Solution for power distribution network. [Online] Available at <https://en.four-faith.com/smartgrid/reactivepower-solutions-for-powerdistribution.html>

Ngày nhận bài: 6/3/2022
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 2/4/2022
Ngày chấp nhận đăng bài: 12/4/2022

Thông tin tác giả:

PHẠM TẤN HƯNG

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ

Trường Đại học Trà Vinh

SOLUTIONS TO CONTROL AUTOMATIC CAPACITY ON LOW VOLTAGE NETWORK BY RADIO WAVES

● **PHAM TAN HUNG**

Faculty of Engineering and Technology
Tra Vinh University

ABSTRACT:

Reactive power compensation for the power grid is a very urgent problem because the demand for electric energy is constantly increasing, causing the overload problem for electricity suppliers. The power loss is caused by two components. The first component is the active power (P) and it is very difficult to reduce the P. The second component is the reactive power (Q) and this factor can be completely reduced. Reducing reactive power will lower the power loss for consumers and national electrical energy sources. This paper is to design a device to control dynamic compensating capacitors on low voltage grids using radio waves. The use of the remote grid compensating controller will significantly improve $\cos\phi$ parameter.

Keywords: power loss, reactive power compensation, radio frequency, dynamic capacitors, remote control.