

GIẢM THIỂU ẢNH HƯỞNG CỦA LỖM ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN CÔNG NGHIỆP BẰNG BỘ KHÔI PHỤC ĐIỆN ÁP ĐỘNG DVR

Trần Duy Trinh¹, Trần Trọng Minh¹,
Nguyễn Văn Liễn¹, Ngô Đức Minh^{2*}

¹Trường ĐH Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

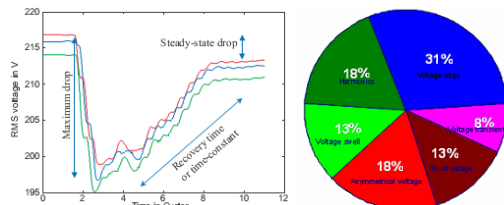
TÓM TẮT

Trong vận hành, một số lưới điện thường xuyên xảy hiện tượng “Lỗi điện áp” làm xấu chất lượng điện áp một cách nghiêm trọng, đặc biệt đối với những xí nghiệp công nghiệp có thể gây nên gián đoạn làm việc của một số máy công suất lớn hay những trung tâm điều khiển có sử dụng thiết bị điện tử. Để khắc phục lỗi điện áp tác giả đề xuất giải pháp ứng dụng thiết bị bù điện áp động (DVR) được xây dựng trên cơ sở bộ biến đổi điện tử công suất với hệ điều khiển nhằm đảm bảo tác động chính xác với động học cao. Nội dung bài báo gồm: Tính toán thiết kế DVR áp dụng cho những phụ tải quan trọng đảm bảo làm việc ổn định trước các tác động của lỗi điện áp. Thiết kế một DVR cho hệ truyền động công suất lớn 1975 kW của nhà máy xi măng Hoàng Mai-VN. Mô hình hóa mô phỏng hoạt động của DVR trong lưới điện 6,3kV. Đánh giá kết quả và bàn luận.

Từ khóa: Giảm thiểu lỗi điện áp; lỗi điện áp; DVR; Bộ khôi phục điện áp động; Lỗi điện áp

LỖM ĐIỆN ÁP VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ TRONG MÔI TRƯỜNG CÔNG NGHIỆP

Lỗi điện áp là hiện tượng suy giảm, mất cân bằng điện áp, nhảy góc pha hoặc quá độ điện áp, gián đoạn nguồn điện trong ngắn hạn. Dạng sóng của lỗi điện áp thể hiện trên hình 1.a. Theo kết quả khảo sát [1,3], thể hiện trên hình 1.b, lỗi điện áp có tỷ lệ xảy ra cao nhất với 31% trong số các biến cố điện áp trên lưới điện.



Hình 1: a) Lỗi điện áp ba pha; b) Tỷ lệ phần trăm biến cố điện áp

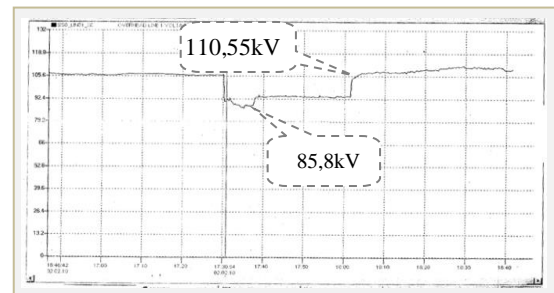
Nguyên nhân dẫn đến lỗi điện áp là các sự cố ngắn mạch trong hệ thống điện, suy giảm điện áp do các động cơ công suất lớn khởi động, hoặc các tác động do đóng cắt máy biến áp hoặc đóng cắt các hệ thống tụ bù và có thể do các lỗi vận hành từ xa.[2].

Trong môi trường công nghiệp các biến cố về điện áp xảy ra khá thường xuyên. Tại nhà máy Xi măng Hoàng Mai, một trong những

nhà máy lớn tại Việt nam với công suất 4000 tấn klinker/ngày, thiết bị giám sát đặt tại thanh cái trạm 110kV của nhà máy đã ghi lại nhiều dạng biến cố điện áp, nhưng nổi bật có ba dạng trực tiếp gây ngừng hoạt động của các thiết bị, đó là:

- Thay đổi điện áp trên lưới.
- Dao động và méo dạng điện áp tại thời điểm đóng hoặc cắt hệ thống tụ bù tại Trạm 220kV Nghi Sơn Thanh Hóa.
- Lỗi điện áp.

Một bản ghi sự cố lỗi điện áp dẫn tới phải ngừng máy được thể hiện trên hình 2.



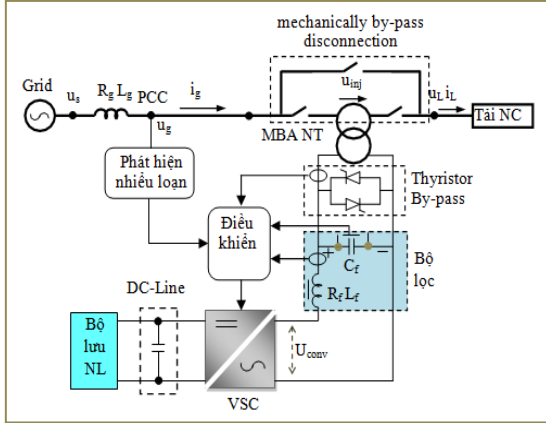
Hình 2: Lỗi điện áp ghi nhận trên thanh cái 110kV ngày 2/10/2010 làm dừng các thiết bị trong nhà máy. Điện áp dao động từ 110,55kV xuống 85,8kV, chênh lệch điện áp 24,75kV

Để giảm thiểu các biến cố điện áp tại nhà máy xi măng Hoàng Mai có thể đề ra các giải pháp như sau:

* Tel: 0982 286428

- Chế độ chờ (Standby mode): Nguồn điện áp cung cấp ở mức định mức và DVR đã sẵn sàng để bù cho một lổm điện áp.

- Chế độ hoạt động tích cực: Khi lổm điện áp được phát hiện DVR ngay lập tức thực hiện chèn vào điện áp thiếu. Đây là chế độ hoạt động chính.



Hình 5: Sơ đồ cấu trúc một pha gồm các thành phần chính của DVR

Xác định công suất của DVR

Vị trí của DVR

Tùy theo công suất và hệ thống cấp nguồn cho phụ tải, có thể chọn vị trí lắp đặt DVR bên phía cao áp, thường là trung thế MV, hoặc phía hạ áp LV. Tuy nhiên do các van bán dẫn xây dựng chủ yếu trên IGBT với điện áp đóng cắt thấp và điện áp chèn vào giữa nguồn và tải phải thông qua biến áp cách ly nên có thể giả thiết phần bộ biến đổi của DVR luôn nằm bên phía hạ thế.

Công suất của DVR.

Xác định công suất của DVR thông qua hệ số suy giảm điện áp,[5]:

$$\zeta = \frac{U_{rated} - U_T}{U_{rated}} \quad (5)$$

Từ hệ số suy giảm điện áp (5) công suất của DVR được xác định,[5]:

$$S_{DVR} = S_{VSC} = U_{inj} \cdot I_{inj} = \zeta S_{Load} \quad (6)$$

Các tham số thiết kế chính cho DVR

Các tham số thiết kế chính bao gồm: khả năng chèn điện áp, khả năng điều chỉnh dòng và kích cỡ của bộ lưu trữ năng lượng.

+ Khả năng chèn điện áp có thể được thể hiện qua hệ số chèn điện áp,[5]:

$$U_{DVR,\%} = \frac{U_{DVR}}{U_{supply,dm}} 100\% \quad (7)$$

Khả năng chèn điện áp nên được lựa chọn thấp hơn mức cần thiết để giảm tổn thất, trong đó các tổn thất trong DVR gồm tổn thất trong biến áp, bộ lọc và bộ biến đổi.

+ Khả năng điều chỉnh dòng điện của DVR được xác định bởi hệ số chèn dòng điện:

$$i_{DVR,\%} = \frac{I_{DVR}}{I_{load,dm}} 100\% \quad (8)$$

Tiêu hao năng lượng cho một lổm điện áp đối xứng trong trường hợp một tải đối xứng có thể được tính qua hệ số huy động tiêu hao năng lượng,[5]:

$$E_{DVR,\%} = \sqrt{3} |U_{supply,Pre} - U_{sag}| |I_{load}| \cos(\phi_{load}) \cdot t_{sag} \quad (9)$$

trong đó, t_{sag} là thời gian tồn tại lổm, U_{sag} là điện áp nguồn trong khi lổm, $U_{supply,Pre}$ là điện áp nguồn trước khi lổm, I_{DVR} -dòng điện DVR.

THIẾT KẾ CÁC THÀNH PHẦN DVR

Thiết kế máy biến áp bù

+ *Xác định điện áp danh định phía sơ cấp.*

Do DVR phải bù được hoàn toàn phần điện áp bị sụt giảm nên điện áp chèn vào lưới là lớn nhất được xác định dựa trên hệ số độ giảm sâu tương đối cực đại, có thể được xác định trước thông qua hệ số suy giảm được lựa chọn.

Trong trường hợp áp dụng phương pháp bù "Pre-sag", giá trị danh định cực đại được xác định bởi công thức,[1,5]:

$$U_{dm1} = \sqrt{U_L^2 + (1-D)^2 U_s^2 - 2U_L(1-D)U_s \cos\varphi} \quad (10)$$

$$D = \frac{|U_s|}{|U_{sag}|} \quad (11)$$

trong đó, U_s là điện áp nguồn danh định, U_L là điện áp mà hệ thống DVR sẽ ổn định trên tải (thông thường là bằng điện áp danh định trên tải), D là độ sâu lổm cực đại, $\cos\varphi$ là hệ số công suất tải.

+ *Xác định dòng điện danh định ở phía sơ cấp biến áp nối tiếp.*

Dòng danh định qua cuộn dây sơ cấp là toàn bộ dòng tải, I_{Ldm} . Nếu bộ lọc tần số chuyển mạch đặt phía lưới, dòng danh định phải tăng thêm các thành phần hài bậc cao của dòng điện bộ biến đổi,[1].

$$I_{dm1} = \sqrt{I_{Ldm}^2 + \sum_{n=1}^M I_{L_{max}(h)}^2} \quad (12)$$

trong đó, I_{Ldm} là dòng điện tải danh định hài cơ bản, $I_{Lmax(h)}$ là thành phần cực đại h trong phổ dòng điện tải.

+ Công suất danh định của biến áp.

$$S_{dm1} = k_{qt} U_{dm1} I_{dm1} \quad (13)$$

trong đó, k_{qt} là hệ số quá tải chấp nhận được.

+ Hệ số của biến áp.

Tham số này có thể được xác định theo khả năng chèn vào của VSC và mức mong muốn chèn vào hệ thống. Tỷ lệ này có thể được xác định theo:

$$n = \frac{U_{dm1}}{U_{dm2}} = \frac{U_{DVR}}{U_{conv}} \quad (14)$$

+ Trở kháng ngắn mạch máy biến áp.

Trở kháng MBA có ảnh hưởng trước hết đến sụt áp gây ra bởi dòng điện lưới chạy qua máy biến áp. Giá trị này cũng phụ thuộc vào các tham số của bộ lọc tần số chuyển mạch. Nếu bộ lọc $L_f C_f$ đặt ở phía bộ biến đổi (phía cuộn thứ cấp biến áp) giá trị giảm điện áp một chiều ΔU_d cho phép được thỏa mãn khi ,[1,7]:

$$\sqrt{R_{nm}^2 + \omega^2 \left(L_{nm} + \frac{L_f}{1 - \omega^2 L_f C_f} \right)^2} < \frac{\Delta U_d}{I_{dm1}} \quad (15)$$

trong đó, R_{nm} , L_{nm} là các tham số ngắn mạch của biến áp. Tổng điện trở và điện cảm cuộn sơ cấp và thứ cấp $R_{nm} = R_{nm1} + R_{nm2}$, $L_{nm} = L_{nm1} + L_{nm2}$. Khi sử dụng bộ lọc $L_f C_f$ phía lưới (phía sơ cấp biến áp) tụ điện C_f mắc song song với hệ thống nối tiếp và ảnh hưởng của nó tới điện áp nguồn có thể bỏ qua. Điều kiện giảm điện áp một chiều cho phép được đơn giản như sau,[9]:

$$\sqrt{R_{nm}^2 + \omega^2 L_{nm}^2} < \frac{\Delta U_d}{I_{dm1}} \quad (16)$$

trong đó tất cả các thông số được định nghĩa như các công thức trên.

Thiết kế bộ biến đổi

Hình 6 mô tả một pha của VSC với một bộ lọc LC và biến áp bù,[6].

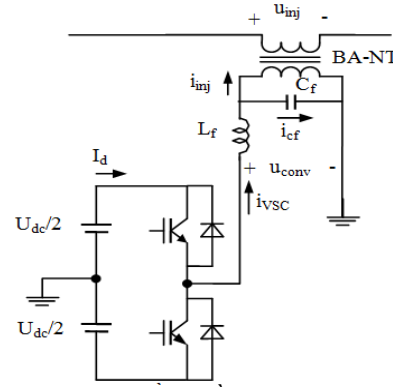
+ Điện áp ra của bộ biến đổi xác định tương ứng khi xét với hài bậc 1:

$$U_{conv}(t) = \frac{4U_{DC}}{\pi} \sin \omega t = U_{1m} \sin \theta \quad (17)$$

+ Điện áp RMS tối đa là: $U_{conv} = \frac{4U_{DC}}{\pi\sqrt{2}}$ (18)

+ Các dòng điện đi qua bộ chuyển đổi là tổng của các sóng dòng điện tạo ra bởi các chuyển

mạch, dòng từ hóa của máy biến áp và tải dòng điện ,[6].



Hình 6: Sơ đồ tương đương một pha đối với DVR sử dụng BBD nửa cầu.

$$i_{vsc} = i_{Cf}(t) + i_{magnitization}(t) + ni_L(t) \quad (19)$$

+ Dòng điện trung bình qua các van:

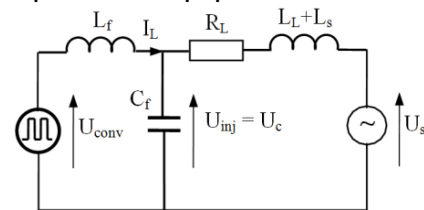
$$I_{Tr} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\pi} I_m \sin(\theta - \varphi) d\theta = \frac{I_{1m}}{2\pi} (1 + \cos \varphi) d\theta \quad (20)$$

$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta}^{\theta_1} I_m \sin(\theta - \varphi) d\theta = \frac{I_{1m}}{2\pi} (1 - \cos \varphi) d\theta \quad (21)$$

trong đó, φ là góc pha tải, U_{1m} , I_{1m} điện áp, dòng điện cực đại của hài bậc 1, U_{DC} -điện áp phía một chiều

Thiết kế bộ lọc LC

Thiết kế bộ lọc LC cho điện áp đầu ra của DVR đã được xem xét tại [9]. Giả sử bộ lọc LC ở phía bộ biến đổi, dẫn đến sơ đồ tương đương một pha của hệ thống được sử dụng để tính chọn tham số bộ lọc cho trên hình 7,[9].



Hình 7: Sơ đồ tương đương để chọn các tham số bộ lọc LC ở phía bộ biến đổi.

Trên sơ đồ bộ biến đổi được biểu diễn như nguồn điện áp dạng xung U_{inv} , còn mô hình tải được mô tả ở dạng nối tiếp với hai thành phần điện trở và điện cảm R_L , L_L . Điện cảm lưới L_s có thể lưu ý cộng thêm nó với điện cảm tải L_L . Nhiệm vụ của tụ điện là tạo điều kiện thoát đối với các hài cao tần, tức là phải thỏa mãn điều kiện:

$$|Z_{0,(n_{min})}| = K_f |Z_{c,(n_{min})}| \quad (22)$$

trong đó $Z_{o,(n)}$ là trở kháng của tải đối với thành phần n , còn $Z_{c,(n)}$ là trở kháng tụ điện bằng $-j/(n \omega_{(1)} C_f)$. Hệ số $K_f \gg 1$ tương đương tỷ số trở kháng bộ lọc và hệ thống đối với thành phần n_{\min} , trong đó n_{\min} là bậc thành phần hài bậc thấp nhất suy hao bởi bộ lọc. Hệ số này trực tiếp liên quan đến các thông số công suất của bộ biến đổi cùng với ảnh hưởng của tải. Giá trị của nó có thể xác định tùy chọn và theo [9] có thể cho K_f xấp xỉ 300. Hệ số truyền đạt đối với thành phần hài bậc n được mô tả bởi công thức,[9]:

$$K_{(n)} = \frac{U_{inj,(n)}}{U_{conv,(n)}} = \frac{1}{\omega_{(n)}^2 L_f C_f - 1} \quad (23)$$

Biết giá trị cho phép cực đại n_{\max} , có thể xác định độ suy hao K_N và tiếp đó tính điện cảm L_f từ công thức,[9]:

$$L_f = \frac{1 + 1/K_N}{\omega_{(n)} C_f} \quad (24)$$

Áp dụng công thức (22) đến (24) có thể đưa vấn đề chọn các phần tử bộ lọc đến việc xác định hệ số K_f và K_N . Các thông số này có thể chấp nhận tùy chọn nhưng chúng cũng có ảnh hưởng đến các tham số của hệ thống DVR như công suất, sự suy giảm điện áp đối với hài cơ bản và sự ổn định của hệ thống điều khiển. Trong nghiên cứu [9] có đề xuất thủ tục chọn các hệ số K_f và K_N .

Ví dụ áp dụng tính toán thiết kế

Thủ tục tính toán thiết kế trong mục 3.3 được áp dụng cho thiết kế DVR bảo vệ cho phụ tải là hệ truyền động biến tần công suất lớn 1975 kW tại nhà máy xi măng Hoàng Mai. Các tham số của hệ thống điện cung cấp và thiết kế DVR cho trong bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp tham số của DVR và hệ thống

Tham số	Giá trị
Tham số nguồn: Trạm biến áp T1_110/6,3kV nhà máy xi măng Hoàng Mai	
Công suất nguồn cấp:	$S_{dm} = 25\text{MVA}$
Điện áp định mức lưới: U_{dm1}/U_{dm2}	$= 110/6,3 \text{ kV}$
Dòng điện định mức: I_{dm1}/I_{dm2}	$= 131,2/2107,1\text{A}$
Điện trở điện cảm nguồn: $R_s=0,05\Omega; L_s=0,001\text{H}$	
Tham số tải nhạy cảm: Chính là tham số của biến áp T2_6,3/0,705kV, cấp nguồn cho tổ hợp Biến tần- Động cơ quạt công nghệ 142-FN1-M01	
• Tham số MBA:.....MBA 04-TF.02	
Công suất định mức:	$S_{T1} = 2800\text{kVA}$
Điện áp định mức: $U_{T1,cao}/U_{T1,ha}$	$= 6,3/(0,63)\text{kV}$
Dòng điện định mức: $I_{T1,cao}/I_{T1,ha}$	$= 257/2570\text{A}$
• Tham số biến tần:.....SVTL 2K4 (ITALYA)	
Công suất định mức:	$S_{INV142} = 2400\text{kVA}$
Điện áp dây định mức: U_{INV142}	$= 0,690\text{kV}$
Van bán dẫn IGBT-FF600 R16KF4	600A-1600V
• Tham số động cơ: ...CT560Y6 (YTALYA)	
Công suất định mức:	$P_{dc142} = 1975\text{kW}$
Điện áp dây định mức: U_{dc142}	$= 0,610\text{kV}$
Dòng điện tải: I_{dc142}	$= 2264\text{A}$
Tốc độ định mức: $n_{dc142} = 1000\text{v/p}; \cos\phi_{dm} = 0,86$	
Tham số DVR	
Công suất danh định:	$S_{DVR} = 1400\text{kVA}$
Điện áp định mức: U_{DVR}	$= 3,15\text{kV}$
Dòng điện DVR: I_{DVR}	$= 257\text{A}$
Bộ Biến Đổi Công Suất	
Công suất danh định:	$S_{conv} = 1400\text{kVA}$
Điện áp dây:	$U_{conv} = 560\text{V}$
Dòng điện dây:	$I_{conv} = 2570\text{A}$
Điều chế: Điều chế vector không gian.	
Tần số điều chế: f_c	$= 5\text{kHz}$

Tần số chuyển mạch: $f_{sw} = 5\text{kHz}$
 Tụ điện phía một chiều: $C_{dc} = 26\text{mF}$
 Điện áp phía một chiều: $V_{dc} = 700\text{V}$

Bộ lọc đầu ra LC

Điện cảm bộ lọc: $L_f = 7,109\text{mH}$
 Tụ điện bộ lọc: $C_f = 6,942\mu\text{F}$
 Tần số cộng hưởng: $f_{res} = 717,27\text{Hz}$

Tham số máy biến áp nối tiếp

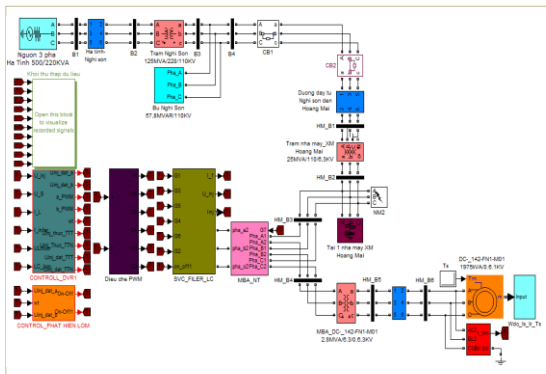
Công suất định mức: $S_{tr} = 1400\text{kVA}$
 Điện áp dây sơ cấp định mức: $U_1 = 3,15\text{kV}$
 Dòng điện định mức sơ cấp: $I_{tr1} = 257\text{A}$
 Hệ số biến áp: $n = 10$
 Điện áp thứ cấp định mức: $U_2 = 0,63\text{kV}$
 Dòng điện định mức thứ cấp: $I_2 = 2570\text{A}$
 Điện trở, điện cảm mba: $L_{MBA}=0,007058\text{H}; R_{MBA}=0,00120\Omega$

MÔ PHỎNG

Mô hình mô phỏng được xây dựng cho toàn bộ hệ thống đã tính toán ở mục 3.3. Mục tiêu của mô phỏng là kiểm tra khả năng khôi phục điện áp của DVR để bảo vệ cho phụ tải là hệ truyền động biến tần-động cơ 142 trước các biến cố lỗi điện áp sau đây:

- Lỗi điện áp cân bằng.
- Lỗi điện áp không cân bằng.
- Dao động kết hợp méo dạng điện áp do đóng cắt hệ thống tự bù tại trạm Nghi sơn Thanh Hóa.

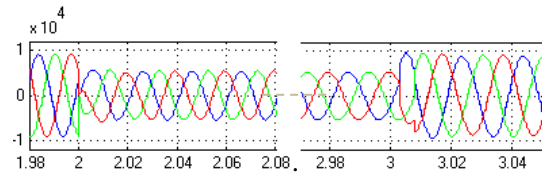
Mô hình mô phỏng Matlab/Simulink của hệ thống đã được xây dựng như trên hình 8.



Hình 8. Mô hình hệ thống DVR kết nối lưới

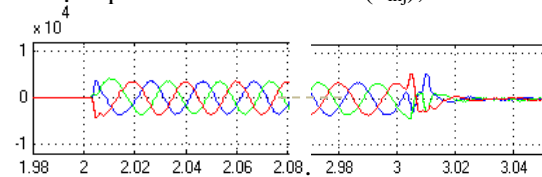
Trường hợp 1: Kiểm tra khả năng của DVR trước biến cố lỗi điện áp cân bằng. Điện áp lỗi trên cả ba pha=50%, $t_{sag}=(2s\div 3s)$, động cơ mang tải 50% (7000N/m):

- Điện áp lưới u_g tại thời điểm bắt đầu và kết thúc lỗi điện áp xem hình 9a.



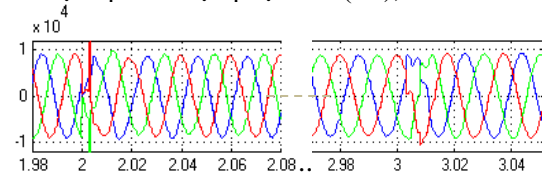
Hình 9.a

- Điện áp thêm vào của DVR (u_{inj}), hình 9.b



Hình 9.b

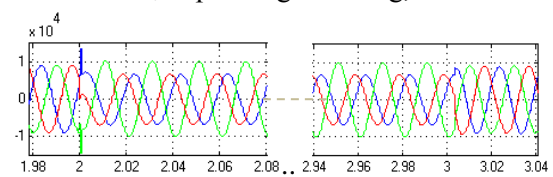
- Điện áp tải được phục hồi (u_L), hình 9.c



Hình 9.c

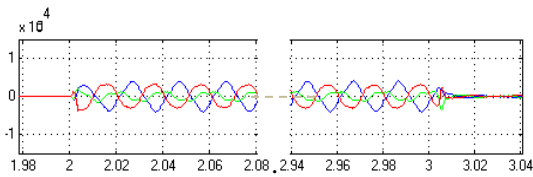
Trường hợp 2. Kiểm khả năng của DVR trước lỗi điện áp không cân bằng. Điện áp trên các pha: phaA lỗi=30%, PhaB lỗi=30%, PhaC lỗi=0%, $t_{sag}=(2s\div 3s)$, động cơ mang tải 50% (7000N/m).

- Điện áp lưới u_g tại thời điểm bắt đầu và kết thúc lỗi điện áp không cân bằng, hình 10.a



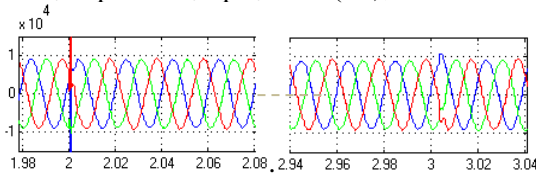
Hình 10.a

- Điện áp thêm vào của DVR (u_{inj}), hình 10.b



Hình 10.b

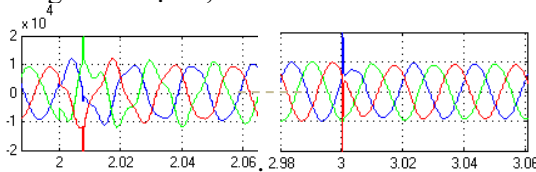
- Điện áp tải được phục hồi (u'_L), hình 10.c



Hình 10.c

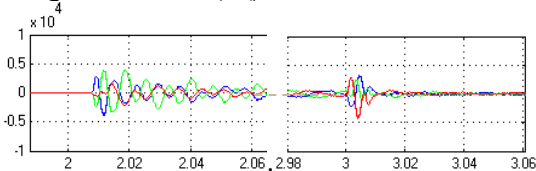
Trường hợp 3. Kiểm tra khả năng của DVR trước biến cố lờm điện áp kết hợp dao động do đóng hoặc cắt hệ thống tụ bù có công suất 57,8 MVAR/110kV, tại trạm Nghi sơn Thanh Hóa. Thời điểm đóng tụ 2s, thời điểm cắt tụ 3s. $t_{bu}=2s \div 3s$.

- Điện áp nguồn u_g tại PCC khi thời điểm đóng và cắt tụ bù, xem hình 11.a



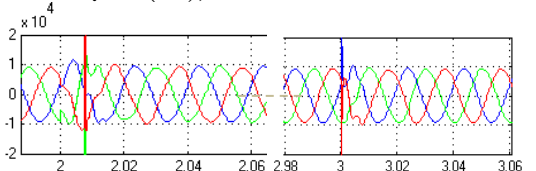
Hình 11.a

- Điện áp thêm vào của DVR tại thời điểm đóng và cắt tụ bù (u_{inj}), xem hình 11.b



Hình 11.b

- Điện áp tải được phục hồi tại thời điểm đóng và cắt tụ bù (u'_L), xem hình 11.c



Hình 11.c

KẾT LUẬN

Bài viết này đã trình bày giải pháp áp dụng hệ thống phục hồi điện áp động để giảm thiểu

ảnh hưởng của lờm điện áp, đó là bù lờm điện áp cân bằng, lờm điện áp không cân bằng và lờm điện áp kết hợp dao động do đóng cắt hệ thống tụ bù. Kết quả cho thấy khả năng đáp ứng của DVR trước các biến cố để bảo vệ cho tải nhạy cảm (tải động) là tốt, thời gian phục hồi điện áp rất nhanh, từ 0.002s đến 0.005s với các lờm điện áp từ 10%-50%. Như vậy với giải pháp này có thể áp dụng tốt cho các phụ tải nhạy cảm, hoặc một nhóm phụ tải ở các xí nghiệp công nghiệp, đặc biệt đối với những nơi chất lượng điện áp không được đảm bảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Angelo Baggini (2008) *Handbook of Power Quality*. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
2. Jovica V. Milanović (2006) *Voltage Sags*. School of Electrical & Electronic Engineering
3. Yan Zhang, B.Sc., M.Sc (2008) *Techno-economic Assessment of Voltage Sag Performance and Mitigation*. Thesis submitted to The University of Manchester for the degree of PhD
4. Marian P. Kazmierkowski; R. Krishnan; Frede Blaabjerg: *Control in Power Electronics*. Copyright 2002, Elsevier Science
5. Ryszard Strzelecki, Grzegorz Benysek, "Power Electronics in Smart Electrical Energy Networks", British Library Cataloguing in Publication Data, Springer-Verlag London Limited, 2008.
6. Simone Buso; Paolo Mattavelli: *Digital Control in Power Electronics*. Copyright © 2006 by Morgan & Claypool.
7. M. Bobrowska-Rafal, K. Rafal, G. Abad, and M. Jasinski: *Control of PWM rectifier under grid voltage dips*. Bull. Pol. Ac. Tech. 2009
8. Trần Duy Trinh, Nguyễn Văn Liễu, Trần Trọng Minh: *Bộ điều khiển vector hai mạch vòng nối tầng cho hệ thống phục hồi điện áp động giảm thiểu lờm điện áp trên lưới điện phân phối*. Số 91, Tạp chí khoa học và công nghệ, Trường ĐHBK Hà Nội, tháng 8 năm 2013.
9. A. Ghosh, A. K. Jindal, and A. Joshi, "Design of a capacitor-supported dynamic voltage restorer (DVR) for unbalanced and distorted loads," IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 19, no. 1, Jan. 2004

SUMMARY

**MITIGATION OF VOLTAGE SAG IN INDUSTRIAL GRID
BY USING DYNAMIC VOLTAGE RESTORER****Tran Duy Trinh¹, Tran Trong Minh¹,
Nguyen Van Lien¹, Ngo DucMinh^{2*}**¹*Ha Noi University of Science and Technology*²*College of Technology - TNU*

In operation, some grids often occur “voltage sag” making bad voltage quality in serious problem, and in special occasion as industry enterprises, it causes discontinuously the operation of some large power enterprises or controled centers using electronic devices. To overcome voltage sag, authors propose a solution applied dynamic voltage regulation (DVR) based on electronic power conversion and controled system to ensure action exactly with high dynamic. Main contents include: Caculating a DVR applying in important load to ensure stable operation in voltage sag phenomenon; Designing a DVR for a large driven system 1975 kW in Hoang Mai cement factory in Viet Nam; Simulating the operation of DVR in 6,3 kV grid; Evaluating results and discussion.

Keywords: *minimum voltage sag, voltage sag, DVR, dynamic restored assembly*

Ngày nhận bài: 01/7/2014; Ngày phản biện: 21/7/2014; Ngày duyệt đăng: 25/8/2014

Phản biện khoa học: *TS. Đỗ Trung Hải – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐHTN*

* *Tel: 0982 286428*