

KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM VỤ TƯ VẤN “NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BIẾN TẦN TẠI NHÀ MÁY LỌC DẦU DUNG QUẤT”

ThS. Hoàng Mạnh Thắng, ThS. Phạm Văn Hiếu, KS. Lê Quang Tuấn

Viện Cơ khí năng lượng và Mỏ - Vinacomin

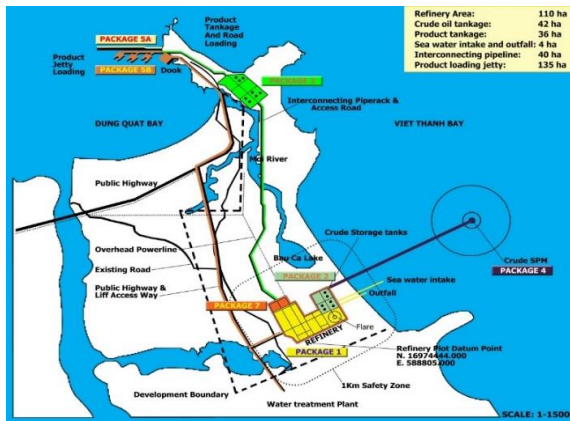
KS. Doãn Phi Hùng – Công ty Cổ phần Thiết bị và Công nghiệp HQC

KS. Lương Văn Hân – Công ty TNHH Fuji Electric Việt Nam

Tóm tắt: Căn cứ Hợp đồng số 771-2020/HĐ/BSR-HQC-FEV-IEMM ký ngày 19/11/2020 giữa Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn và Liên danh nhà thầu Công ty Cổ phần Thiết bị và Công nghiệp HQC, Công ty TNHH Fuji Electric Việt Nam và Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin, Trung tâm Tự động hóa và Công nghệ thông tin là đầu mối chính của Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin đã thực hiện công việc tính toán các điều kiện khi áp dụng biến tần trong thực tế (ngắn mạch, ổn định, khởi động, HVAC...), mô phỏng, tính toán tiết kiệm năng lượng, lập báo cáo tổng kết cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất theo phạm vi thỏa thuận liên danh. Kết quả báo cáo đề xuất ứng dụng biến tần cho bơm PM-5207A 600 kW/6 kV và lựa chọn tính toán 05 phụ tải có tiềm năng tiết kiệm năng lượng cao là PM-3301, PM-3401, PM-5103, PM-5204, PM-5201. Với biến tần lắp đặt cho bơm PM-5207A đem lại lượng tiết kiệm điện năng 1.398.215 kWh/năm, thời gian hoàn vốn với đơn giá điện năng phát từ nhà máy là 0,82 năm. Tháng 5/2022, Liên danh nhà thầu đã thực hiện báo cáo và nghiệm thu kết quả tại Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn.

Từ khóa: Biến tần, Nhà máy lọc dầu Dung Quất, tiết kiệm năng lượng.

1 Khảo sát, đánh giá xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng



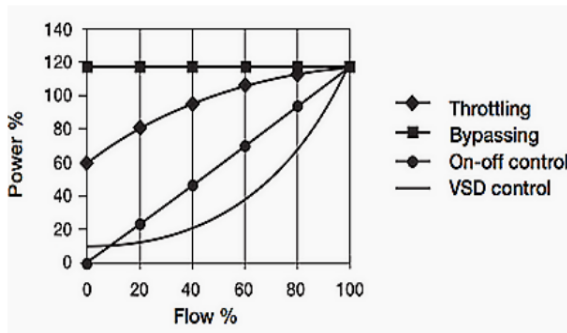
Hình 1. Sơ đồ mặt bằng NMLD Dung Quất

Nhà máy lọc dầu Dung Quất (NMLD) có địa điểm tại Khu kinh tế Dung Quất, huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi, với công suất chế biến 6,5 triệu tấn dầu thô/năm. Các sản phẩm chính của Nhà máy gồm: Khí hóa lỏng LPG; xăng RON 92/A95; xăng E5/10; dầu hỏa; xăng máy bay;

dầu DO... Hàng năm, NMLD Dung Quất sản xuất khoảng trên 6,2 triệu tấn sản phẩm các loại và đáp ứng khoảng 30% nhu cầu năng lượng của Việt Nam. Nhà máy có 15 phân xưởng công nghệ và 10 phân xưởng phụ trợ, theo thống kê trung bình 5 năm gần đây Nhà máy tiêu thụ 76.500 TOE/năm (TOE – Tấn dầu quy đổi).

Nhằm phục vụ sản xuất, Nhà máy sử dụng 111 động cơ không đồng bộ, công suất từ 150÷4500 kW, điện áp 6,6 kV, là đối tượng đánh giá theo yêu cầu nhiệm vụ. Chia theo chức năng có 11 động cơ quạt, 16 động cơ máy nén và 84 động cơ bơm. Đặc điểm hoạt động của các động cơ khảo sát: Các động cơ đang sử dụng công tắc tơ trung thế cấp điện động lực; công suất lắp đặt của bơm lớn hơn nhiều so với công suất thực tế cần sử dụng nên buộc phải vận hành ở chế độ giảm lưu lượng đầu ra của bơm bằng cách tuần hoàn dòng công nghệ từ đầu ra trở lại đầu hút, điều này gây thất thoát lãng phí năng lượng.

Chế độ giảm lưu lượng bằng cách tuần hoàn dòng công nghệ là một trong các biện pháp kiểm soát dòng lưu lượng thường thấy, có các phương pháp điều khiển lưu lượng bơm được sử dụng như: Điều tiết (Throttling); tái tuần hoàn (Bypassing); điều khiển bật tắt (On-Off Control); và điều khiển VSD. Mô tả sự tiêu thụ điện năng của các phương pháp điều khiển trên theo lưu lượng như hình 2.



Hình 2. Tiêu thụ điện năng với các phương pháp điều khiển bơm khác nhau theo lưu lượng

Hình 2 cho thấy, phương pháp điều khiển tốc độ biến tần cho hiệu quả về mặt năng lượng nhất để điều khiển tối ưu hiệu suất bơm, trong khi với phương pháp tái tuần hoàn thì công suất bơm gần như không đổi theo các mức lưu lượng.

Theo yêu cầu của nhiệm vụ đề ra, cần lựa chọn một trong các động cơ PM-5201 A/B/C (Mogas 95), PM-5204 A/B/C (Mogas 92), PM-5207 A/B/C (ADO) thực hiện thiết kế, lắp đặt chạy thử một biến tần trung thế. Kết quả tính toán đã lựa chọn PM-5207A để lắp đặt biến tần. Cũng từ kết quả tính toán cho 111 động cơ đã đánh giá và lựa chọn được 05 phụ tải có tiềm năng tiết kiệm năng lượng cao, đó là PM-5201 (Bơm nạp MOGAS 95/5560 kW), PM-5204 (Bơm nạp MOGAS 92/600 kW), PM-3301 (Bơm tuần hoàn nước làm mát/1000 kW), PM-3401 (Bơm cấp nước biển/2100 kW) và PM-5103 (Bơm cấp RFCC/225 kW). Lượng điện năng tiết kiệm của 05 phụ tải (khi chưa trừ tiêu thụ của điều hòa HVAC) được cho trong bảng 1.

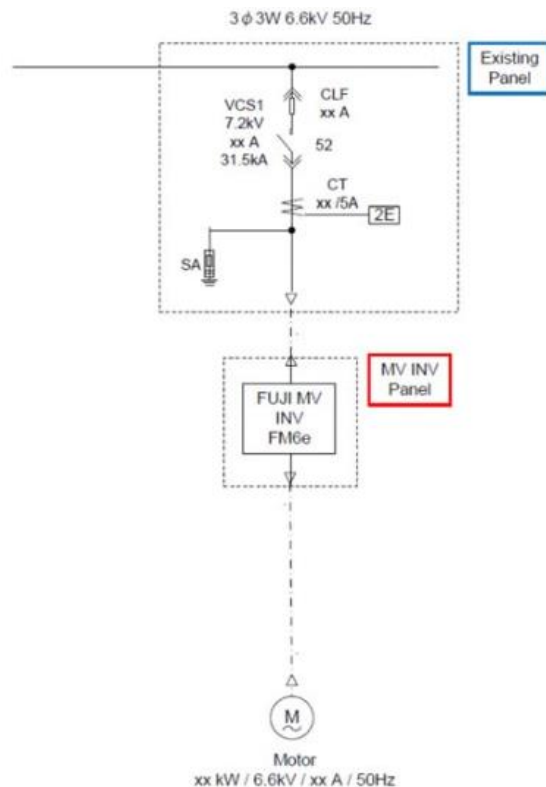
Bảng 1

TT	Thiết bị	P_{dm} (kW)	Tiềm năng tiết kiệm điện năng (kWh/năm)
1	PM-3401	2.100	1.239.611
2	PM-5103	225	1.034.775
3	PM-3301	1.000	790.158
4	PM-5201	560	440.893
5	PM-5204	600	278.775

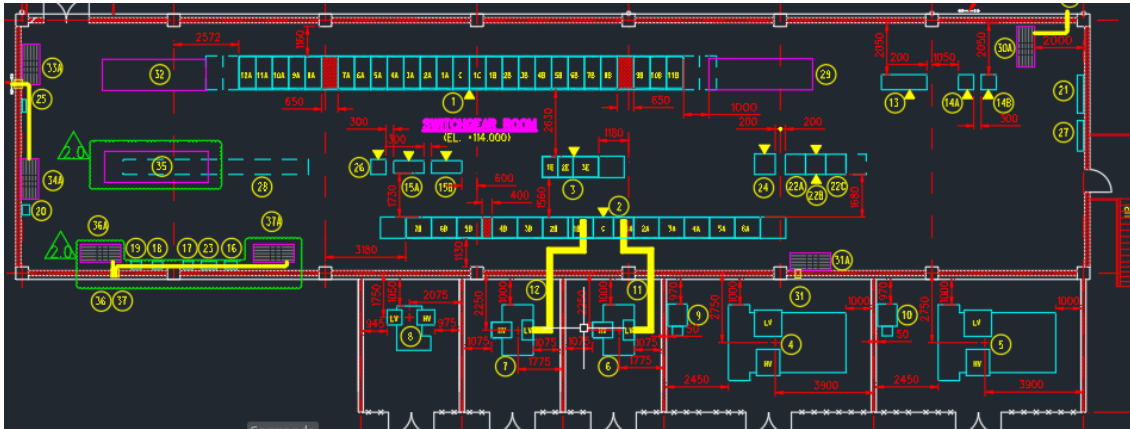
2 Tính toán, mô phỏng, thiết kế bản vẽ thi công cho 05 phụ tải

2.1 Thiết kế phần động lực và xây dựng

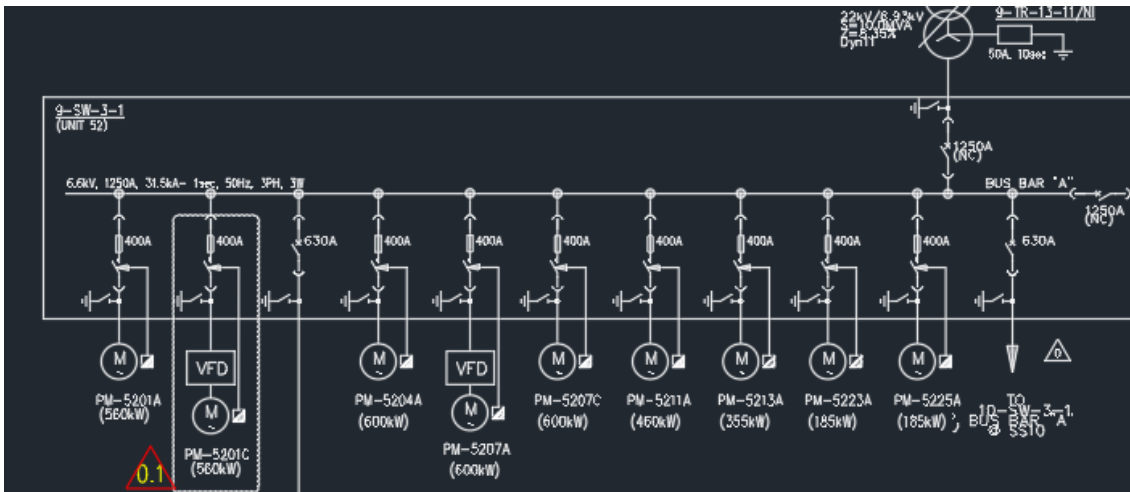
Các phụ tải có cùng cấp điện áp 6,6 kV nên sơ đồ động lực có nguyên lý giống nhau, chỉ khác về vị trí lắp đặt. Có 04 vị trí lắp đặt: Tại trạm 9-SW-3-1 lắp cho bơm PM-5201, PM-5204; tại trạm 01-SW-3-1 lắp cho bơm PM-3301; tại trạm 11-SW-3-1 lắp cho bơm PM-3401; tại trạm 04-SW-3-1 lắp cho bơm PM-5103. Mô tả điển hình 01 phụ tải PM-5201:



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý kết nối phần động lực cho biến tần

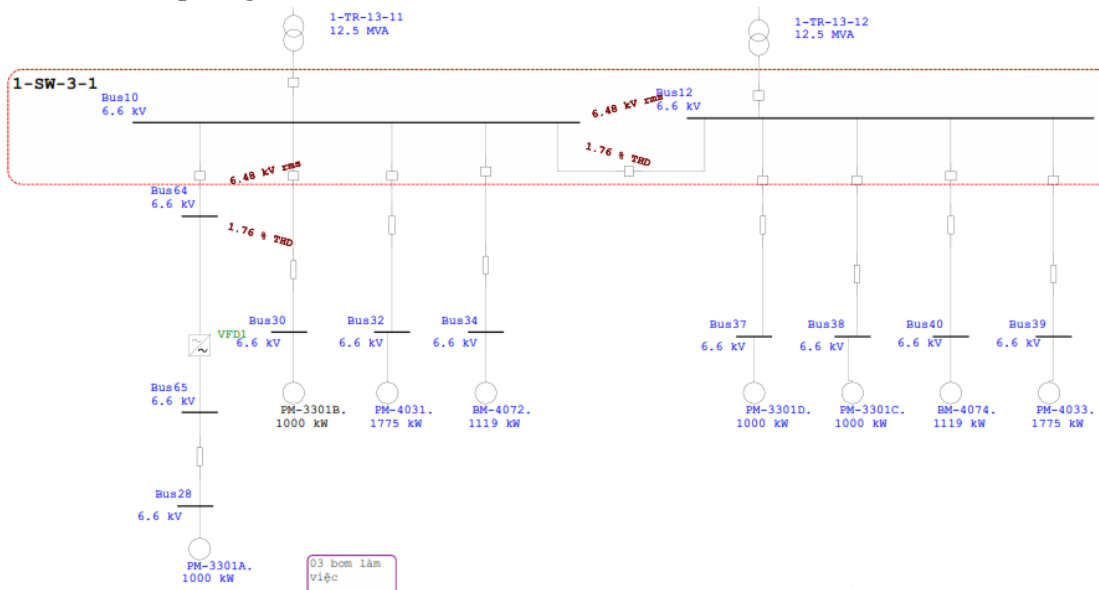


Hình 4. Sơ đồ mặt bằng lắp đặt biến tần PM-5201, PM-5204



Hình 5. Sơ đồ động lực biến tần bơm PM-5201

2.2 Tính toán mô phỏng



Hình 6. Kết quả đánh giá sóng hài cho bơm PM-3301 sử dụng phần mềm ETAP

Sử dụng phần mềm ETAP để tính toán mô phỏng. Kết quả tính toán mô phỏng khi áp dụng biến tần cho 05 phụ tải tiềm năng nhằm mục đích chính định rõ le bảo vệ cho phụ tải và khẳng định việc lắp đặt biến tần sẽ không ảnh hưởng tới kết cấu của mạng điện hiện tại. Thành phần sóng hài khi có biến tần không quá lớn, tại các vị trí lắp biến tần, sóng hài điện áp < 2,7% và sóng hài dòng điện < 5,7%.

2.3 Tính toán HVAC cần bổ xung

Tính toán yêu cầu công suất bổ sung HVAC theo phương thức tính toán thực tế, khi sử dụng biến tần cần duy trì nhiệt độ 35-38 °C để nâng cao tuổi thọ hoạt động của thiết bị. Phương án phổ biến nhất là sử dụng điều hòa nhiệt độ để làm mát. Công suất điều hòa lựa chọn được tính toán phù hợp với lượng phát nhiệt từ biến tần. Kết quả tính toán được cho trong bảng 2.

Bảng 2

TT	Thiết bị	Số lượng (máy)	Công suất (Btu)	Công suất điện tiêu thụ (kW)	Điện năng tiêu thụ của HVAC (kWh/năm)
1	PM-3401	2	150.000	17,23	171.473
2	PM-5103	1	36.000	3,64	23.915
3	PM-3301	1	150.000	17,23	96.557
4	PM-5201	2	48.000	5,51	20.663
5	PM-5204	2	48.000	5,51	19.505

2.4 Tính toán tiết kiệm điện năng

Tổng hợp tính toán lượng tiết kiệm điện năng cho 05 phụ tải sau khi trừ đi lượng tiêu thụ cho HVAC được cho trong bảng 3.

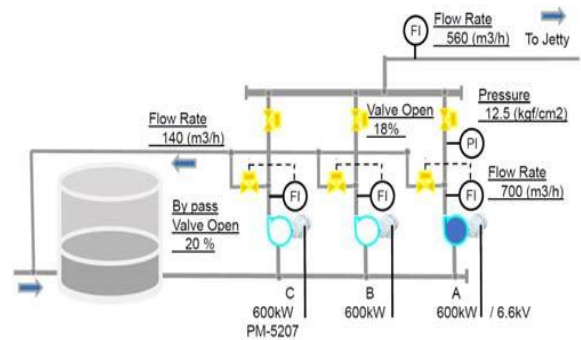
Bảng 3

TT	Thiết bị	Lượng điện tiết kiệm khi có biến tần (kWh/năm)	Thông số biến tần đề xuất (FRENIC4600FM6e)
1	PM-3401	1.068.139	6,6 kV, 2.750 kVA, 241 A
2	PM-5103	1.010.860	6,6 kV, 500 kVA, 43 A
3	PM-3301	693.601	6,6 kV, 1.300 kVA, 115 A
4	PM-5201	420.230	6,6 kV, 770kVA, 67 A
5	PM-5204	259.270	6,6 kV, 770kVA, 67 A

3 Tính toán, mô phỏng, thiết kế bản vẽ thi công cho phụ tải 5207A

Từ yêu cầu của nhiệm vụ, chọn một trong các động cơ PM-5201, PM-5204, PM-5207 thực hiện thiết kế, lắp đặt chạy thử một biến tần trung thế. Kết quả lựa chọn PM-5207A để lắp đặt biến tần vì cả 3 loại bơm đều là bơm trục ngang, có công suất tương đồng, có cùng dạng điều chỉnh lưu lượng bằng van đầu ra và van bypass, tỷ lệ % mở van thường xuyên < 50%. Do đó, bơm PM-5207 có thời gian làm việc trong năm cao nhất sẽ ưu tiên được lựa chọn lắp, giúp tăng hiệu quả tiết kiệm điện và thời gian hoàn vốn ngắn.

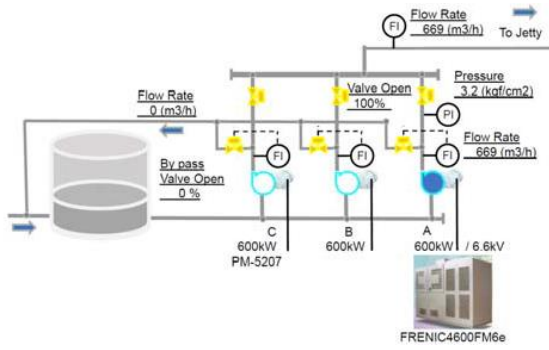
Hiện trạng của bơm PM-5207 có 02 van phía sau bơm là van đầu ra và van bypass. Tùy vào nhu cầu lưu lượng xuất hàng mà độ mở van xả và van bypass sẽ được điều chỉnh tương ứng nhằm đáp ứng được lưu lượng nạp hàng lên tàu. Thông số độ mở van bypass khi nạp hàng mức 700 m³/h mở 20%, mức 1.120 m³/h mở 43%, mức 1.400 m³/h thì van bypass đóng hoàn toàn.



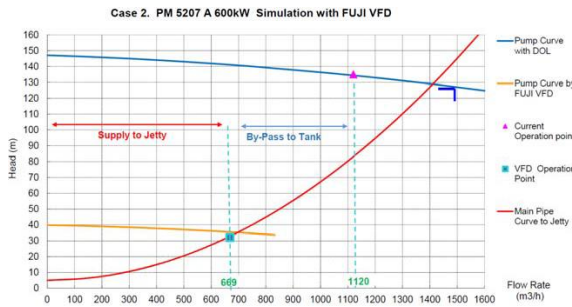
Hình 7. Dữ liệu hoạt động của bơm PM-5207A mức lưu lượng 700 m³/h



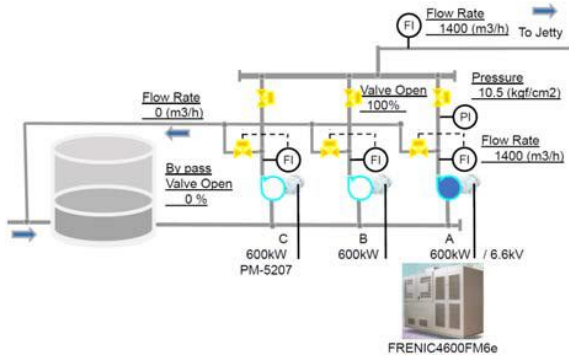
Hình 8. Mô phỏng đường cong hệ thống mức



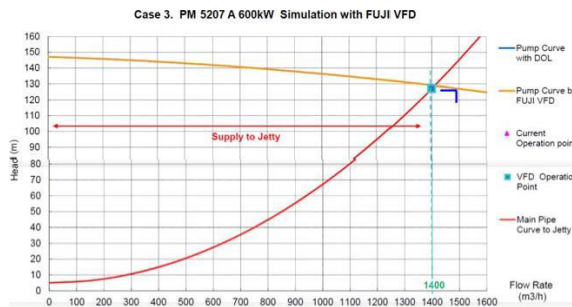
Hình 9. Dữ liệu hoạt động của bơm PM-5207A mức lưu lượng 1120 m³/h



Hình 10. Mô phỏng đường cong hệ thống mức



Hình 11. Dữ liệu hoạt động của bơm PM-5207A mức lưu lượng 1400 m³/h



Hình 12. Mô phỏng đường cong hệ thống mức

Biến tần được lựa chọn lắp đặt có Model FRENIC4600FM6e hãng FUJI nhằm điều khiển

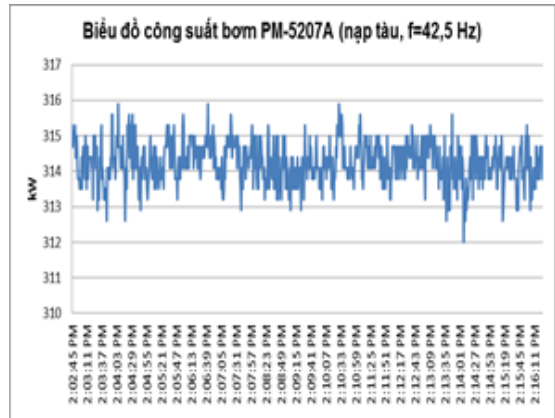
lưu lượng bơm hoạt động theo nhu cầu nạp tải sẽ giúp tiết kiệm năng lượng. Ưu điểm sử dụng biến tần đem lại: Khởi động mềm giúp tránh sốc cơ khí; tối ưu hóa và dễ dàng điều chỉnh lưu lượng cấp dầu theo yêu cầu công nghệ...



Hình 13. Biến tần FRENIC4600FM6e lắp đặt tại hiện trường cho bơm PM-5207A

Kết quả đo lường bơm PM-5207A sau khi đã được lắp đặt biến tần. Với việc sử dụng biến tần (van bypass điều chỉnh về ~0%) sẽ giúp tiết kiệm năng lượng điện cho bơm.

Kết quả tính toán lượng tiết kiệm điện năng của bơm PM-5207A sau khi lắp đặt biến tần trừ đi lượng tiêu thụ của HVAC đạt 1.398.215 kWh/năm, với đơn giá điện tự phát của nhà máy là 0,18 USD/kWh thì thời gian hoàn vốn khi đầu tư biến tần là 0,82 năm (đảm bảo thời gian hoàn vốn <3 năm theo yêu cầu của nhiệm vụ đề ra).



Hình 14. Biểu đồ công suất khi cấp nạp tàu (f = 42,5 Hz), van bypass mở 42%



Hình 15. Biểu đồ công suất khi chạy tuần hoàn và cấp nạp tàu ($f=37,3$ Hz), van bypass $\sim 0\%$

4 Kết luận

Thực hiện nhiệm vụ “Nghiên cứu thử nghiệm ứng dụng công nghệ biến tần vào NMLD Dung Quất”, Liên danh nhà thầu Công ty Cổ phần Thiết bị và Công nghiệp HQC, Công ty TNHH Fuji Electric Việt Nam và Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomин đã thực hiện:



Hình 16. Hình ảnh báo cáo nghiệm thu nhiệm vụ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Minh Sơn. Mạng truyền thông công nghiệp. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
2. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liên, Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi. Tự động điều chỉnh truyền động điện. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2002.
3. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liên, Nguyễn Thị Hiền. Truyền động điện. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 1996.
4. Nguyễn Phùng Quang. Điều khiển tự động truyền động điện xoay chiều ba pha. NXB Giáo dục Hà Nội, 1998.
5. Nguyễn Văn Sáu. Máy điện. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2006.
6. Nguyễn Bình. Điện tử công suất. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2000.
7. Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn quốc tế IEC. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2004.

Khảo sát 111 động cơ trung thế dải công suất từ 150÷4.500 kW; đánh giá 03 phụ tải PM-5207, PM-5204, PM-5201 và chọn lựa bơm PM-5207 để thực hiện đầu tư lắp đặt biến tần. Kết quả xác định lượng tiết kiệm năng lượng cho bơm PM-5207A đạt 1.398.215 kWh/năm, thời gian hoàn vốn với đơn giá điện năng phát từ nhà máy điện là 0,82 năm và với phương án mua điện từ EVN là 2,03 năm.

Bên cạnh đó, đã lựa chọn 05 phụ tải tiềm năng để đầu tư biến tần trong thời gian tới là: PM-3301, PM-3401, PM-5103, PM-5204 và PM-5201. Các kết quả thiết kế, tính toán mô phỏng khi áp dụng biến tần cho 05 phụ tải tiềm năng nhằm mục đích chỉnh định bảo vệ và khẳng định việc lắp đặt biến tần sẽ không ảnh hưởng tới kết cấu của mạng điện hiện tại của nhà máy.

Vào tháng 5/2022, Liên danh nhà thầu đã báo cáo kết quả tại Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn và đã được nghiệm thu Hợp đồng.