

# CHẾ TẠO BƠM TIÊM ĐIỆN Ở VIỆT NAM

**NGUYỄN MINH KHẢI**

Công ty cổ phần Công nghệ AMEC

**Thông qua thực hiện một đề tài nghiên cứu cấp bộ, các nhà khoa học thuộc Công ty cổ phần Công nghệ AMEC đã nắm vững được cấu trúc, nguyên lý hoạt động, xây dựng được quy trình công nghệ thiết kế, chế tạo bơm tiêm điện với tỷ lệ nội địa hóa trên 40%. Kết quả trên là tiền đề để tiến tới sản xuất hàng loạt sản phẩm loại này, thay thế hàng nhập khẩu và cung cấp kịp thời cho nhu cầu của cộng đồng.**

**T**rên thế giới, bơm tiêm điện thường được dùng tại các bệnh viện, cơ sở y tế hiện đại, trong các trường hợp truyền tĩnh mạch liều vi lượng (liều thấp) và duy trì một khoảng thời gian tương đối dài như trong các trường hợp: sử dụng các thuốc trợ tim mạch (Dopamin, Dobutamin, Adrenalin...); các thuốc tiền mê, duy trì an thần (Hypnovel, Propofol, Fentanyl...); các thuốc hormon (Insulin điều trị rối loạn đường huyết cấp...); kiểm soát đau, duy trì giảm đau trong chăm sóc (duy trì giảm đau ngoài màng cứng, dùng Morphin duy trì liều thấp...). Các loại bơm tiêm điện cho độ chính xác tối đa và dễ dàng sử dụng. Chúng được điều khiển bởi bộ vi xử lý và được trang bị hệ thống cảnh báo khi có sự cố xảy ra.

Ở Việt Nam, mới đây, các nhà khoa học của Công ty cổ phần Công nghệ AMEC đã nghiên cứu, chế tạo bơm tiêm điện thông qua thực hiện một đề tài nghiên cứu nhằm nắm vững nguyên lý, cấu trúc của bơm tiêm điện; xây dựng quy trình công nghệ thiết kế, chế tạo bơm tiêm điện, từ đó tiến tới sản xuất hàng loạt bơm tiêm điện sử dụng tại các bệnh viện, thay thế hàng nhập khẩu, tiết kiệm ngoại tệ và có thể xuất khẩu. Mục tiêu của đề tài là chế tạo được 3 bơm tiêm điện với tỷ lệ nội địa hóa  $\geq 40\%$ . Sau 2 năm nghiên cứu, Công ty cổ phần Công nghệ AMEC đã thành công trong việc thực hiện các mục tiêu đặt ra.

## Nguyên lý điều khiển và bảo vệ trong bơm tiêm điện

Trong hoạt động của bơm tiêm điện, 2 thông số quan trọng cần được điều khiển và kiểm soát chính xác là tốc độ tiêm (ml/h) và liều lượng tiêm (ml) của mỗi phiên làm việc. Các tốc độ và liều lượng phải được thay đổi và điều khiển đúng với từng loại xylanh

khác nhau, phổ biến là các loại xylanh 10 ml, 20 ml, 30 ml và 50/60 ml. Nguyên lý chung là bộ vi điều khiển tạo ra các xung điện tử có độ chính xác cao, thông qua một hệ thống mạch kích (driver) để điều khiển quay một động cơ bước, khi động cơ bước quay sẽ truyền các chuyển động quay tròn, thông qua một hệ thống truyền động gồm bánh răng, đai truyền và trục vítme, thành các lực tác động thẳng tới pittong của xylanh và đẩy pittong chuyển động. Hành trình của pittong  $L$  (mm) sẽ được tính quy đổi ra từ liều lượng tiêm theo thể tích  $V$  ( $1 \text{ ml} = 1.000 \text{ mm}^3$ ) và đường kính trong lòng xylanh  $d$  theo công thức sau:

$$L = \frac{V \cdot 10^3}{\pi(d/2)^2} \quad (1)$$

Hành trình  $L$  sau đó được biến đổi thông qua một số công thức tính toán (theo bản quyền của AMEC) thành số xung nhịp điện tử. Tương tự, tốc độ tiêm  $V_r$  (ml/h) cũng sẽ được quy đổi ra hành trình  $L_r$  (mm/h) theo công thức [2] dưới đây và được quy đổi ra số xung nhịp/giờ hoặc số xung nhịp/giây (Hz) thông qua một số công thức biến đổi theo bản quyền của AMEC.

$$L_r = \frac{V_r \cdot 10^3}{\pi(d/2)^2} \quad (2)$$

Như vậy, tần số xung nhịp càng cao thì tốc độ quay của động cơ (hay tốc độ tiêm) càng nhanh và ngược lại. Tuy nhiên, tốc độ tiêm có giới hạn tối đa đối với từng loại xylanh: 1.200 ml/h đối với loại xylanh 50/60 ml và 300 ml/h đối với loại xylanh 10 ml, 20 ml và 30 ml.

Ngoài việc điều khiển tốc độ và lưu lượng chính xác, các tính năng bảo vệ an toàn cho thiết bị và cho người bệnh cũng phải được kiểm soát nghiêm ngặt vì bơm tiêm điện là một thiết bị điều trị có thể ảnh hưởng đến tính mạng người bệnh. Các tính

năng bảo vệ bao gồm: phát hiện tắc nghẽn theo các mức áp suất khác nhau, phát hiện lỗi khớp ly hợp, phát hiện xylanh gần hết dung dịch, phát hiện sai kích thước xylanh, phát hiện lỗi chip vi điều khiển, phát hiện pin gần hết, phát hiện tốc độ tiêm và lưu lượng tiêm không hợp lệ, phát hiện sai tốc độ tiêm so với tốc độ đặt, và phát hiện lỗi bộ kích hoặc động cơ. Trong quá trình tiêm, chỉ cần một lỗi này xảy ra, thiết bị sẽ tự động dừng tiêm, phát báo động bằng còi, đèn và đóng mạch điện gọi y tá. Các phương pháp phát hiện lỗi được thực hiện đồng thời bằng cả mạch điện cứng và phần mềm theo các giải thuật bản quyền của AMEC.

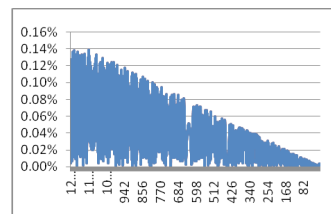
Bảng 1 minh họa các kết quả tính toán và sai số tốc độ tiêm cho loại xylanh 60 ml được sản xuất bởi

**Bảng 1: tính toán sai số tốc độ tiêm so với tốc độ đặt  $V_r$  (ml/h) cho toàn bộ dải tốc độ tiêm từ 1 ml/h tới 1.200 ml/h của xylanh Terumo 60 ml**

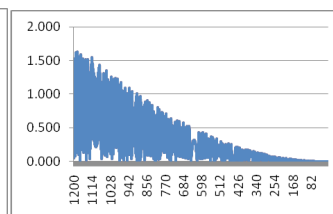
| $V_r$ (ml/h) | T(s)      | Freq (Hz) | D (pwm) | Fpwm | Tpwm      | Freq (act) | $\Delta f$ (Hz) | Tolerance | $\Delta V_r$ (ml/h) |
|--------------|-----------|-----------|---------|------|-----------|------------|-----------------|-----------|---------------------|
| 1.200,00     | 15,00     | 1.170,46  | 128,00  | 0,39 | 333,74    | 1.169,54   | 0,92            | 0,00      | 0,95                |
| 1.100,00     | 16,36     | 1.072,92  | 128,00  | 0,39 | 364,08    | 1.073,15   | 0,23            | 0,00      | 0,23                |
| 1.000,00     | 18,00     | 975,38    | 128,00  | 0,39 | 400,48    | 976,56     | 1,18            | 0,00      | 1,21                |
| 900,00       | 20,00     | 877,84    | 128,00  | 0,39 | 444,98    | 877,81     | 0,03            | 0,00      | 0,04                |
| 800,00       | 22,50     | 780,31    | 128,00  | 0,39 | 500,61    | 779,69     | 0,62            | 0,00      | 0,63                |
| 700,00       | 25,71     | 682,77    | 128,00  | 0,39 | 572,12    | 682,91     | 0,14            | 0,00      | 0,15                |
| 600,00       | 30,00     | 585,23    | 128,00  | 0,39 | 667,47    | 585,64     | 0,42            | 0,00      | 0,43                |
| 500,00       | 36,00     | 487,69    | 128,00  | 0,39 | 800,97    | 487,67     | 0,02            | 0,00      | 0,02                |
| 400,00       | 45,00     | 390,15    | 128,00  | 0,39 | 1.001,21  | 390,23     | 0,08            | 0,00      | 0,08                |
| 300,00       | 60,00     | 292,61    | 128,00  | 0,39 | 1.334,95  | 292,60     | 0,01            | 0,00      | 0,01                |
| 200,00       | 90,00     | 195,08    | 128,00  | 0,39 | 2.002,42  | 195,12     | 0,04            | 0,00      | 0,04                |
| 100,00       | 180,00    | 97,54     | 128,00  | 0,39 | 4.004,84  | 97,53      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 90,00        | 200,00    | 87,78     | 128,00  | 0,39 | 4.449,82  | 87,78      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 80,00        | 225,00    | 78,03     | 128,00  | 0,39 | 5.006,05  | 78,03      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 70,00        | 257,14    | 68,28     | 128,00  | 0,39 | 5.721,20  | 68,28      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 60,00        | 300,00    | 58,52     | 128,00  | 0,39 | 6.674,73  | 58,52      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 50,00        | 360,00    | 48,77     | 128,00  | 0,39 | 8.009,68  | 48,77      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 40,00        | 450,00    | 39,02     | 128,00  | 0,39 | 10.012,10 | 39,02      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 30,00        | 600,00    | 29,26     | 128,00  | 0,39 | 13.349,47 | 29,26      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 20,00        | 900,00    | 19,51     | 128,00  | 0,39 | 20.024,20 | 19,51      | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 10,00        | 1.800,00  | 9,75      | 128,00  | 0,39 | 40.048,40 | 9,75       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 9,00         | 2.000,00  | 8,78      | 128,00  | 0,39 | 44.498,23 | 8,78       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 8,00         | 2.250,00  | 7,80      | 128,00  | 0,39 | 50.060,50 | 7,80       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 7,00         | 2.571,43  | 6,83      | 128,00  | 0,39 | 57.212,00 | 6,83       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 6,00         | 3.000,00  | 5,85      | 128,00  | 0,06 | 9.535,33  | 5,85       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 5,00         | 3.600,00  | 4,88      | 128,00  | 0,06 | 11.442,40 | 4,88       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 4,00         | 4.500,00  | 3,90      | 128,00  | 0,06 | 14.303,00 | 3,90       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 3,00         | 6.000,00  | 2,93      | 128,00  | 0,06 | 19.070,67 | 2,93       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 2,00         | 9.000,00  | 1,95      | 128,00  | 0,06 | 28.606,00 | 1,95       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |
| 1,00         | 18.000,00 | 0,98      | 128,00  | 0,06 | 57.212,00 | 0,98       | 0,00            | 0,00      | 0,00                |

Hãng Terumo (Nhật Bản).

Đồ thị 1 và 2 biểu diễn sai số tốc độ tiêm của bảng 1 theo % và trị số.



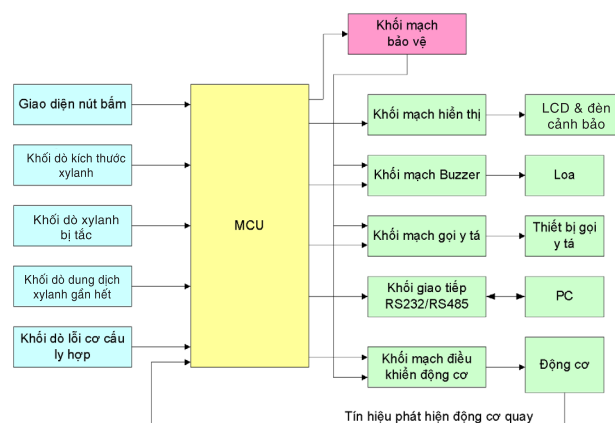
Đồ thị 1: sai số tốc độ tiêm theo phần %



Đồ thị 2: sai số tốc độ tiêm theo giá trị ml/h

## Phương pháp chế tạo máy bơm tiêm điện và kết quả

Sử dụng nguyên lý điều khiển và bảo vệ nêu trên, AMEC đã thiết kế sơ đồ khối chức năng máy bơm tiêm điện như hình 1.

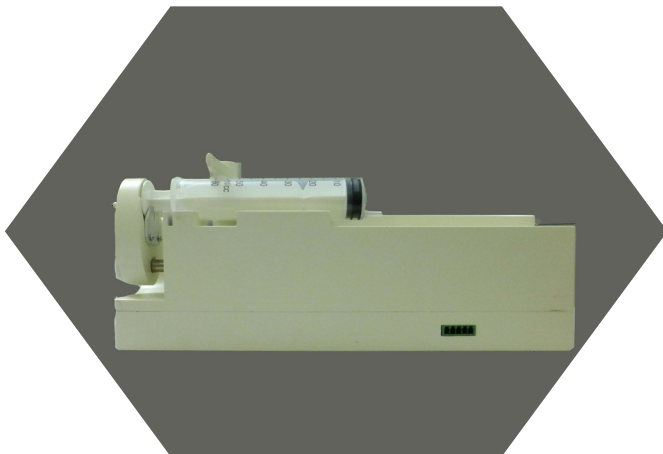


Hình 1: sơ đồ khối chức năng máy bơm tiêm điện

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối như sau: trước khi tiến hành tiêm, người sử dụng sẽ thiết lập loại xylanh cần sử dụng, tốc độ tiêm, lưu lượng tiêm, âm lượng cảnh báo và ngưỡng cảnh báo tắc nghẽn. Dữ liệu được nhập vào thông qua khối “Giao diện nút bấm” và màn hình LCD. Các thông số được nhập vào sẽ được kiểm tra tính hợp lệ về tốc độ, lưu lượng và loại xylanh. Nếu không phù hợp thiết bị sẽ không cho phép tiến hành tiêm. Ngoài ra, mạch vi điều khiển MCU sẽ liên tục kiểm tra các dấu hiệu lỗi khớp ly hợp, dấu hiệu thuốc gần hết, áp suất tắc nghẽn và lỗi động cơ để đưa ra các cảnh báo thích hợp. Việc kiểm tra lỗi được thực hiện liên tục cả trong chế độ thiết bị chờ cấu hình hoặc đang



tiêm để đảm bảo các tính năng bảo vệ được thực hiện đầy đủ. Khi không có bất kỳ lỗi nào được hiển thị trên màn hình LCD, thì lệnh “Start” mới được thực thi. Khi đó, các xung nhịp điện tử tương ứng với tốc độ tiêm và số lượng xung nhịp tương ứng với lưu lượng tiêm sẽ được gửi ra từ mạch MCU tới khối mạch kích điều khiển động cơ bước. Các cảnh báo bằng đèn được thực hiện bởi khối mạch “Đèn cảnh báo”, các cảnh báo bằng còi được thực hiện bởi “khối mạch buzzer” và “loa”, các cảnh báo gọi y tá được thực hiện bằng “khối mạch gọi y tá”. Ngoài ra, thông tin trạng thái và dữ liệu của bơm tiêm điện có thể được truyền tới máy tính PC thông qua “khối mạch giao tiếp RS232/RS485”.



Máy bơm tiêm cho phép chạy bằng cả nguồn điện lưới 220 V/50 Hz và nguồn pin. Khi có nguồn điện lưới, pin được sạc nếu chưa đầy, khi mất điện lưới, nguồn cung cấp được tự động chuyển sang nguồn pin mà không gây bất kỳ ảnh hưởng nào tới

hoạt động của thiết bị nếu pin không ở ngưỡng thấp dẫn đến tự động tắt máy.

Quá trình chế tạo và chạy thử kiểm tra, máy bơm tiêm điện của AMEKA đã đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật sau:

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Thể tích xylanh tương thích</b> | 10, 20, 30, 50/60 ml                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Tốc độ truyền</b>               | 0,1 - 300,0 ml/h cho xylanh 10, 20, 30 ml<br>0,1 - 1.200,0 ml/h cho xylanh 50/60 ml                                                                                                                                                |
| <b>Độ chính xác</b>                | Độ chính xác cơ khí: trong dải $\pm 1\%$<br>Độ chính xác xylanh: trong dải $\pm 3\%$                                                                                                                                               |
| <b>Dò áp suất tắc nghẽn</b>        | 3 mức (25%, 50%, 75%)<br>• Mức 1: 25% tương đương: $300 \pm 100$ mmHg<br>• Mức 2: 50% tương đương: $500 \pm 100$ mmHg<br>• Mức 3: 75% tương đương: $800 \pm 200$ mmHg                                                              |
| <b>Làm sạch</b>                    | Xấp xỉ 1.200 ml/h với xylanh 50/60 ml<br>Xấp xỉ 500 ml/h với xylanh 30 ml<br>Xấp xỉ 400 ml/h với xylanh 20 ml<br>Xấp xỉ 300 ml/h với xylanh 10 ml                                                                                  |
| <b>Cảnh báo</b>                    | Áp suất tắc, gần rỗng (xylanh gần hết thuốc), pin thấp, pittông/bắt chặt (lỗi khớp ly hợp), sai kích thước xylanh, mất nguồn AC                                                                                                    |
| <b>Các chức năng</b>               | • Chức năng khóa phím: tránh ấn nhầm phím<br>• Xóa $\Sigma$ ml: xóa thể tích dịch đã truyền<br>• Thay đổi mức âm lượng: có 4 mức âm lượng<br>• Tắt máy: tắt bơm khi pin hết<br>• Xem lịch sử: xem lại lịch sử 500 sự kiện gần nhất |
| <b>Môi trường hoạt động</b>        | Nhiệt độ môi trường: 5 đến 40°C<br>Độ ẩm tương đối: 20 đến 90%                                                                                                                                                                     |
| <b>Điều kiện bảo quản</b>          | Nếu bơm đóng gói trong hộp theo bơm: -20 đến 60°C, độ ẩm 10 đến 95% (không đọng sương)<br>Nếu bơm không đặt trong hộp: -20 đến 45°C, độ ẩm 10 đến 95% (không đọng sương)                                                           |
| <b>Cấp nguồn</b>                   | 220 VAC/50 Hz hoặc pin 9,6 V @ 3 A                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Cổng truyền thông</b>           | RS232C hoặc RS485                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Cổng gọi y tá</b>               | Jack 4 chân                                                                                                                                                                                                                        |

Các chỉ tiêu kỹ thuật trên đã được kiểm tra bởi các thiết bị đo thể tích và đo áp suất có độ chính xác cao, đảm bảo việc điều khiển chính xác và kiểm soát được tất cả các lỗi có thể xảy ra trong quá trình hoạt động. Điều này sẽ đảm bảo an toàn cho người bệnh trong quá trình điều trị bằng máy bơm tiêm điện được chế tạo và sản xuất bởi Công ty cổ phần Công nghệ AMEKA.

Sau khi đề tài nghiên cứu chế tạo bơm tiêm điện được hoàn thành, các kết quả nghiên cứu về công nghệ sẽ được chuyển giao cho các phân xưởng sản xuất để có thể sản xuất hàng loạt, cung cấp ra thị trường phục vụ cộng đồng ■