

XÂY DỰNG VÀ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN SỐ CHO HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG SỬ DỤNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

TS. NGUYỄN ĐỨC KHOÁT

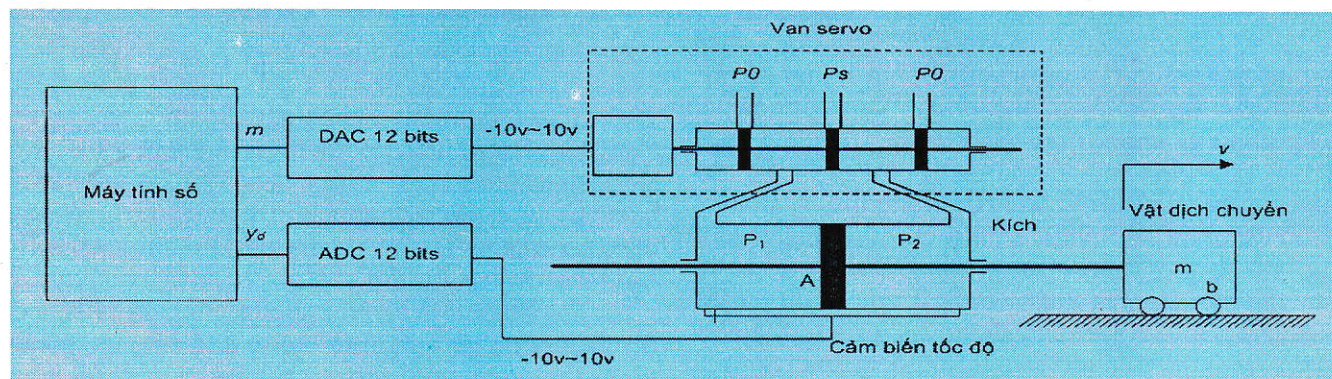
Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

Trong ngành công nghiệp máy công cụ cũng như khai thác mỏ..., có nhiều bộ phận sử dụng hệ thống truyền động thủy lực và khí nén. Truyền động thủy lực và khí nén có nhiều ưu điểm, như dễ dàng điều khiển tự động vận tốc của cơ cấu chấp hành, điều khiển có yêu cầu độ chính xác cao như trong các máy công cụ, các cơ cấu cấp phối, các thiết bị nâng hạ...

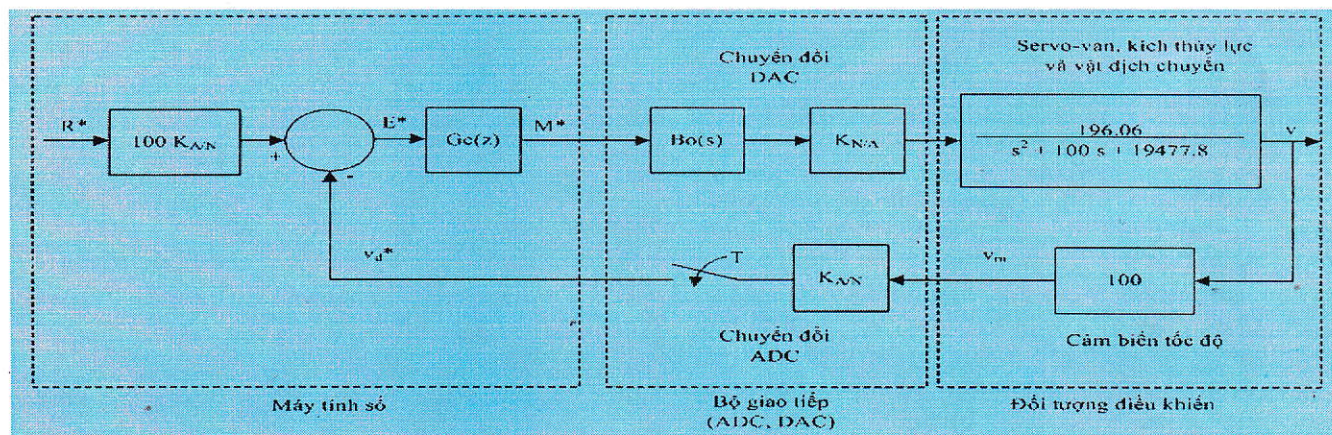
Để thực hiện được quá trình điều khiển hệ thống truyền động thủy lực và khí nén này cần sử dụng bộ điều khiển số cho các van khí nén, van thủy lực tuyến tính và van servo thủy lực. Bài báo giới thiệu chi tiết các bước xây dựng bộ điều khiển

số cho một đối tượng van servo thủy lực thủy trên cơ sở lý thuyết điều khiển số. Trong H.1, máy tính số sử dụng vi điều khiển, PLC hoặc máy tính cá nhân PC kết hợp với các bộ chuyển đổi tương tự sang số (ADC), bộ chuyển đổi số sang tương tự (DAC), cảm biến đo tốc độ và van servo của hãng Texas Instrument [3]. Khi điều khiển tùy theo giá trị điện áp cung cấp vào van servo mà vật có khối lượng m sẽ dịch chuyển sang trái hoặc phải với vận tốc v , khi biết hệ số ma sát của bánh xe với đường là b .

1. Xây dựng mô hình điều khiển số



H.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống sử dụng truyền động thủy lực



H.2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển số.

Trong hình H.2 mô tả máy tính số chứa đựng chương trình điều khiển bao hàm các luật điều khiển.

a. Bộ giao tiếp bao gồm :

❖ Bộ chuyển đổi tương tự sang số ADC chuyển đổi tín hiệu phản hồi tốc độ từ đối tượng điều khiển về máy tính số.

❖ Bộ chuyển đổi số sang tương tự DAC chuyển đổi tín hiệu số từ máy tính số sang tín hiệu liên tục để điều khiển đối tượng.

b. Đối tượng điều khiển là van servo thủy lực

Với các hệ số chuyển đổi ADC, DAC và thời gian lấy mẫu được xác định như sau:

$$K_{A/D} = \frac{2^{12} \text{lsb}}{10\text{v}} = 409.6 \text{lsb/v}$$

$$K_{D/A} = \frac{10\text{v}}{2^{12} \text{lsb}} = 0.002441 \text{v/lsb}$$

$$G_p(s) = K_{N/A} \frac{196.04}{s^2 + 100s + 19478} = 0.002441 \frac{196.06}{19477.8} \frac{19477.8}{s^2 + 100s + 19477.8}$$

$$= K_s \frac{w_n^2}{s^2 + 2\xi w_n s + w_n^2} \quad (1)$$

Trong đó:

$$K_s = 0.002441 \frac{196.06}{19477.8} = 0.00007906$$

$$w_n = \sqrt{19477.8} = 139.56 \quad (2)$$

$$2\xi w_n = 100 \Rightarrow$$

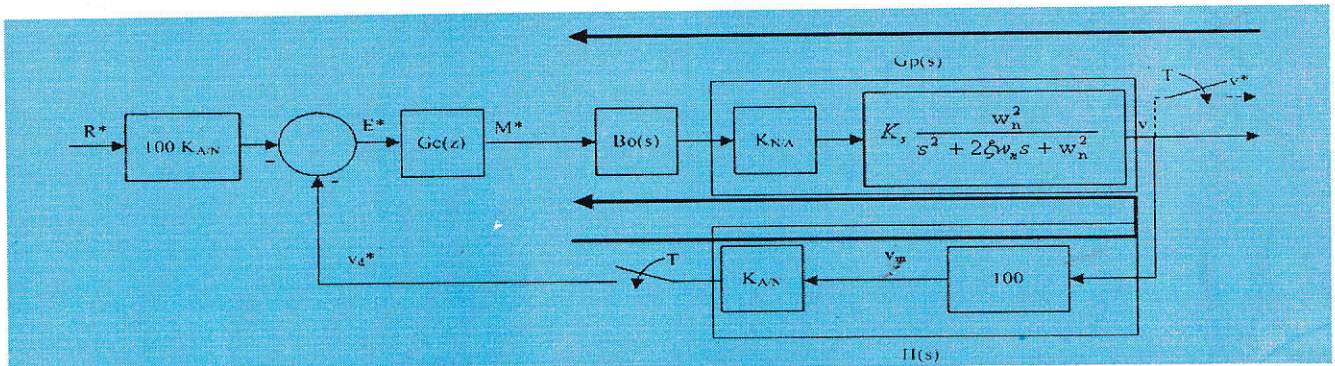
$$\xi = \frac{100}{2w_n} = \frac{100}{2 \cdot 139.56} = 0.358$$

Thời gian lấy mẫu của hệ điều khiển phải thỏa mãn điều kiện:

$$T < \frac{\pi}{4w_n}, \text{ do đó từ (2) ta có } T = 0.005 \text{ s.}$$

2.1. Mô hình toán của hệ trên miền số

Trên cơ sở các tham số vừa xác định, tiến hành xây dựng sơ đồ của hệ trên miền số khi bỏ qua tác động của nhiễu (H.3).



H.3. Sơ đồ khối của hệ điều khiển trên miền số.

Từ (1) thực hiện biến đổi Z với Bo(s) là khâu lưu giữ bậc không và thu được sơ đồ rút gọn H.4.

$$BoGp(z) = \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{G_p(s)}{s} \right\} =$$

$$= \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{0.4786}{s^2 + 100s + 19477.8} \right\}$$

$$BoGp(z) = \frac{z-1}{z} \frac{z(4.902 \times 10^{-6}z + 4.139 \times 10^{-6})}{(z-1)(z^2 - 1.239z + 0.6065)} =$$

$$= \frac{b_1z + b_0}{z^2 + a_1z + a_0} \quad (3)$$

$$BoGpH(z) = Z \left\{ \frac{Bo(s)Gp(s)H(s)}{s} \right\} =$$

$$= Z \left\{ \frac{100K_{A/N}Bo(s)Gp(s)}{s} \right\}$$

$$BoGpH(z) = \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{Gp(s)H(s)}{s} \right\} =$$

$$= \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{100K_{A/N}Gp(s)}{s} \right\}$$

$$= 100K_{A/N} \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{Gp(s)}{s} \right\} =$$

$$= 100K_{A/N} \frac{b_1z + b_0}{z^2 + a_1z + a_0} \quad (4)$$

2.2. Mô hình toán bộ điều khiển tỉ lệ-tích phân PID

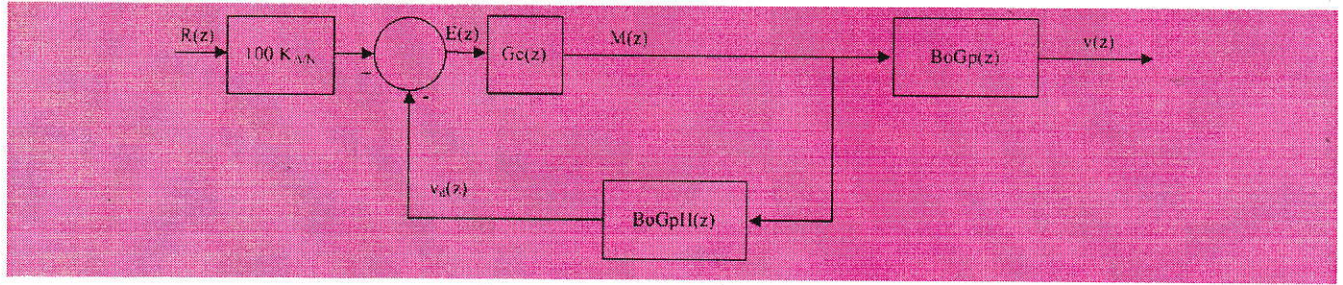
Trên cơ sở sơ đồ của hệ trên miền số tiến hành mô phỏng quá trình điều khiển, ở đây chúng tôi sử dụng bộ điều khiển tỉ lệ-tích phân vi phân PID.

Theo yêu cầu của bài toán điều khiển sử dụng hệ truyền động thủy lực và khí nén, sai lệch ở chế độ xác lập sau khi vận tốc đạt tới vận

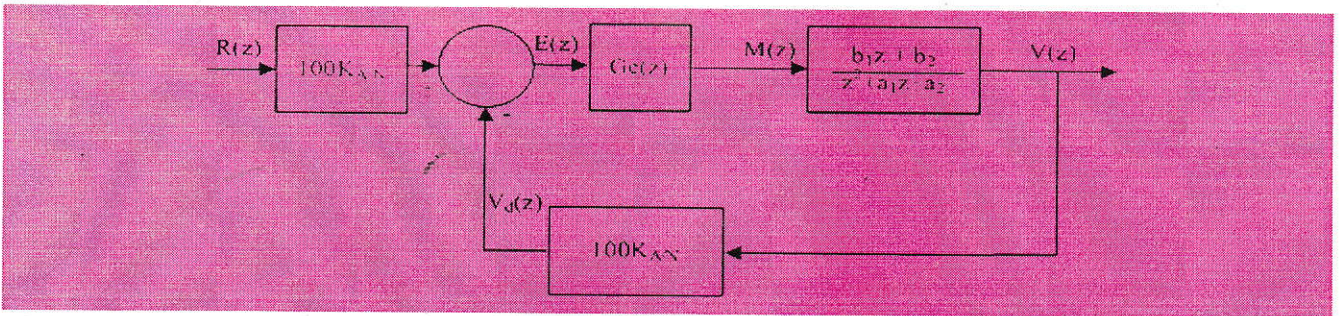
tốc đặt là phải bằng 0 cũng như độ quá điều chỉnh bằng không thì cần loại bỏ điểm cực và điểm không của hệ. Từ (3) ta thấy hệ có hai điểm cực là nghiệm phức, do đó để đảm bảo bài toán điều khiển cần loại bỏ hai điểm cực này thông qua sử dụng bộ điều khiển $G_c(z)$ là bộ PID. Khi đó sơ đồ điều khiển trên miền số có dạng H.6.

$$G_c(z) = \frac{Q_0(z^2 + Q_1/Q_0 z + Q_2/Q_0)}{z(z-1)}$$

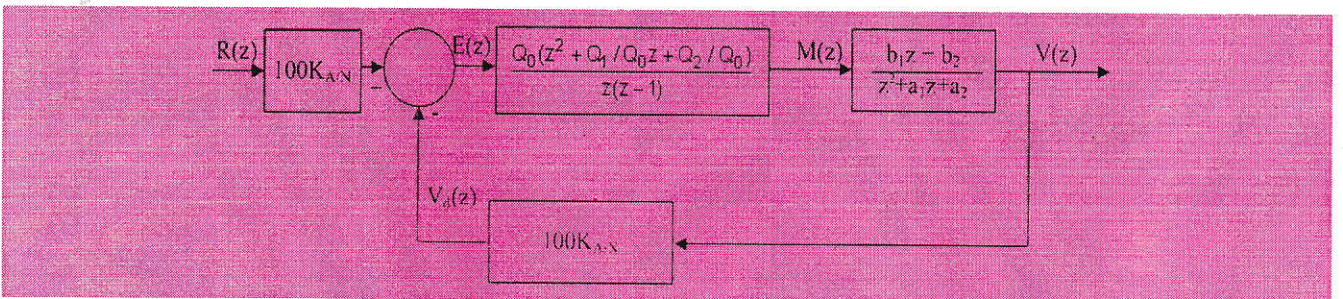
Để loại bỏ điểm cực của hệ ta có $Q_1/Q_0 = a_1$, $Q_2/Q_0 = Q_0$. Khi đó sơ đồ của hệ với bộ điều khiển PID có dạng như H.7. Từ (3) và (4) ta có sơ đồ điều khiển trên miền số sau trong đó $G_c(z)$ là bộ điều khiển số cần thiết kế (H.5).



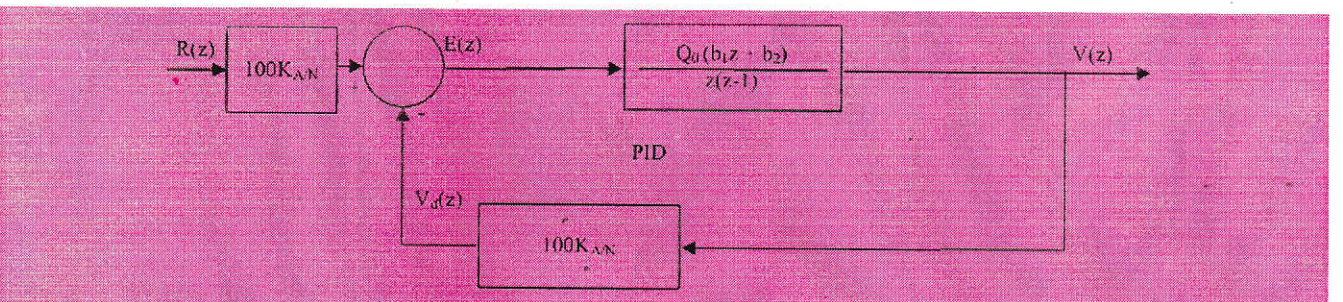
H.4. Sơ đồ rút gọn của hệ điều khiển trên miền số



H.5. Sơ đồ của hệ điều khiển trên miền số



H.6. Sơ đồ khối sử dụng bộ điều khiển PID trên miền số.



H.7. Sơ đồ khối sau khi loại bỏ điểm cực.

Vậy mô hình hàm truyền trên miền z của hệ được xác định:

$$\begin{aligned} \frac{V(z)}{R(z)} &= 100K_{AN} \frac{Q_0(b_1z + b_0)}{100K_{AN} \frac{Q_0(b_1z + b_0)}{z(z-1)} + 1} \\ &= \frac{100K_{AN}Q_0(b_1z + b_0)}{100K_{AN}Q_0(b_1z + b_0) \cdot z(z-1) + z(z-1)} \\ &= \frac{100K_{AN}Q_0(b_1z + b_0)}{\Delta(z)} \end{aligned} \quad (5)$$

Với

$$\Delta(z) = 100K_{AN}Q_0(b_1z + b_0) + z(z-1) = z^2 - (1 - 100K_{AN}Q_0b_1)z + 100K_{AN}Q_0b_0$$

Hay

$$z^2 - (1 - 100K_{AN}Q_0b_1)z + 100K_{AN}Q_0b_0 = z^2 - 2\alpha z + \alpha^2$$

từ đây ta có: $(1 - 100K_{AN}Q_0b_1) = 2\alpha$

$$\alpha = \frac{-b_0 + \sqrt{b_0^2 + b_0b_1}}{b_1} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} 100K_{AN}Q_0b_0 &= \alpha^2 \\ Q_0 &= \frac{\alpha^2}{100K_{AN}b_0} \end{aligned} \quad (7)$$

Từ (3), (6) và (7) ta có mô hình số bộ điều khiển PID cần xây dựng, với các tham số điều khiển được xác định như sau:

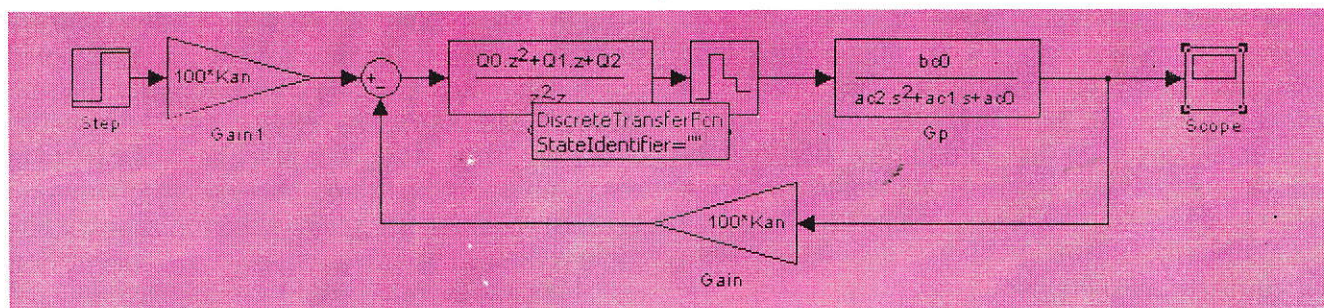
$$v_d(k) = 100K_{AN}v(k)$$

$$e(k) = 100K_{AN}r(k) - v_d(k)$$

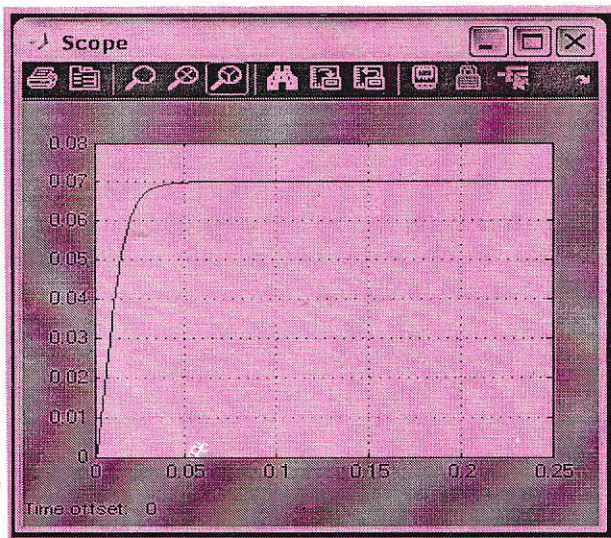
$$v(k) = -v(k-1) + Q_0b_1e(k-1) + Q_0b_2e(k-2)$$

3. Chương trình được xây dựng trên MATLAB và mô phỏng trên Simulink (H.8)

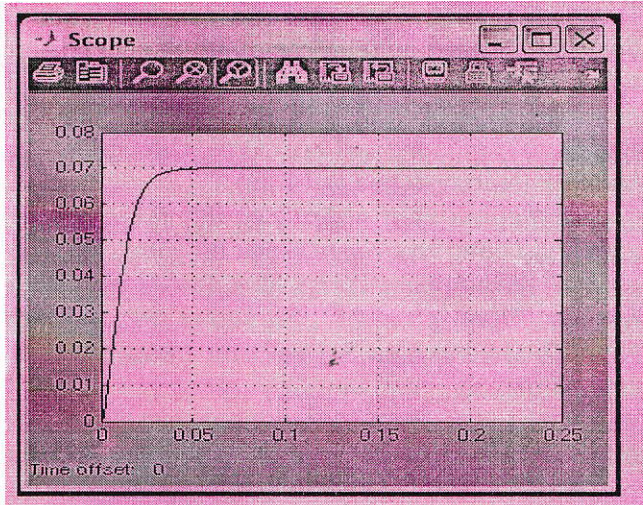
Kết quả mô phỏng với kết quả thu được (H.9., H.10) với tốc độ đặt tương ứng là 0,07m/s và 15 m/s ta thấy tốc độ của vật đạt được vận tốc đặt sau thời gian 0,05 s và sai lệch tĩnh bằng 0 đã thỏa mãn yêu cầu công nghệ của bài toán sử dụng khí nén và thủy lực.



H.8. Chương trình mô phỏng trên Simulink



H.9. Kết quả mô phỏng v=0.07m/s



H.10. Kết quả mô phỏng v=15m/s.

(Xem tiếp trang 41)

phủ và đất màu (gieo trực tiếp hoặc ươm và trồng cây giống).

❖ Tại các thời điểm thích hợp tương ứng với sự tái tạo hệ thực vật, thực hiện tái tạo hệ động vật nguyên thủy bằng cách kết hợp tác động nhân tạo (từ nguồn giống, gen cất giữ) và tác động tự nhiên (sự di chuyển động vật và sự sinh sôi tự phát của hệ côn trùng).

❖ Trong công tác gieo trồng lại phải có những biện pháp lợi dụng đất bóc và đất màu trong mỏ, khi ở chỗ không có đất phủ hoặc đất sét có thể dùng máy làm tơi đất ở đáy mỏ để trồng cây. Sau khi đã lấp đầy khu vực đã khai thác và san bằng phẳng có thể chọn những loại cây cối thích hợp với khí hậu của khu vực để phủ xanh khu đã hoàn thổ, như vậy có thể giữ được nước. Sau một số năm đất đã được thuần hóa, có thể căn cứ vào tình hình quy hoạch đất đai của địa phương mà sử dụng theo nhu cầu.

Những công việc nêu trên được thực hiện trong khoảng 2 năm. Theo dõi lâu dài bảo đảm các điều kiện cho công tác hoàn thổ thành công.

3. Tạ Dương Sơn, Nghiên cứu mô hình khai thác kết hợp hoàn thổ môi trường cho Khoáng sản Bauxite Tây Nguyên-Việt Nam, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Hà Nội năm 2010.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The paper introduces the results of study on treating and protecting environment for the mining zone in the process forming mining project for Tây Nguyên bauxite exploitation.

XÂY DỰNG VÀ MÔ PHỎNG...

(Tiếp theo trang 53)

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày chi tiết các bước cũng như thuật toán, chương trình và kết quả trên Matlab cho bài toán xây dựng bộ điều khiển số sử dụng bộ điều khiển tỷ lệ tích phân vi phân PID cho đối tượng van servo thủy lực trong công nghiệp. Chương trình này có thể áp dụng vào sản xuất bằng cách đưa chương trình vào PLC hay vi điều khiển để kết nối với đối tượng trong hệ thống thủy lực hay khí ép. □

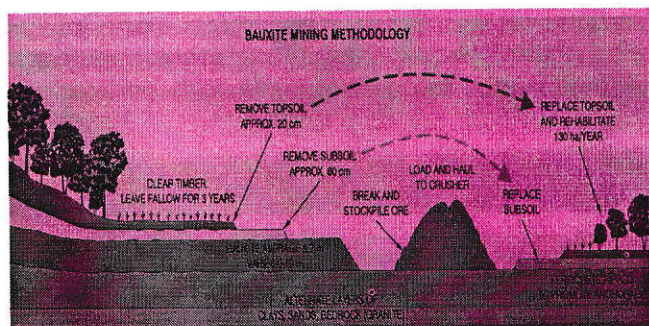
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo, *Automatic Control Systems*, John Wiley & Sons Ltd.
2. Chi-Tsong Chen, *Analog and Digital Control System Design: Transfer-Function, State-Space, and Algebraic Methods*, Saunders College Publishing/Harcourt Brace, 1993.
3. www.ti.com Application Report DSP Control of Electro-Hydraulic Servo Actuators, SPRAA76-January 2005.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

The design of a digital control and the examination of its quality play an important role in setting of control and automation systems. This paper presents some results of study on these systems using hydraulic actuators on Matlab.



H.4. Sơ đồ quá trình hoàn thổ được ứng dụng phổ biến ở Australia.

Công tác hoàn thổ không dừng lại ở chỗ tái tạo hệ thực vật và động vật. Phải tiếp tục theo dõi, bao gồm quan trắc và nghiên cứu các biến đổi, đề xuất các giải pháp tiên bộ nhằm bảo đảm điều kiện tối ưu để các hệ thực vật và động vật trên mảnh đất hoàn thổ phát triển bình thường và ổn định, trở về trạng thái gần như nguyên thủy với tất cả các yếu tố của hệ sinh thái tự nhiên vốn có trước khi khai thác. Một vấn đề quan trọng là không để xảy ra cháy rừng trong các khu vực đang hoàn thổ vì cháy rừng sẽ huỷ hoại sự tái tạo các thành phần hữu cơ và cản trở các hoạt động vi sinh. Quá trình này thường kéo dài ít nhất 5 năm. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ Sĩ Giao. Thiết kế mỏ lộ thiên. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội năm 2000.
2. Lê Tuấn Lộc. Cẩm nang Công nghệ và thiết bị Mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội năm 2006.