

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG HỆ THỐNG ĐÁNH LỬA BÁN DẪN KHÔNG TIẾP ĐIỂM CHO Ô TÔ QUÂN SỰ 3ИЛ130

RESEARCH USING THE NON-CONTACT SEMICONDUCTOR IGNITION SYSTEM FOR THE MILITARY AUTOMOBILE 3ИЛ130

Nguyễn Thanh Tuấn¹, Vũ Trung Kiên²

¹Khoa Kỹ thuật Giao thông – Trường Đại học Nha Trang

²Trường Trung cấp Kỹ thuật Miền Trung

Ngày tòa soạn nhận bài 31/5/2020, ngày phân biên đánh giá 17/6/2020, ngày chấp nhận đăng 6/7/2020.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu cải hoán hệ thống đánh lửa (HTĐL) trên ô tô quân sự từ HTĐL bán dẫn có tiếp điểm thành HTĐL bán dẫn không tiếp điểm, trên cơ sở lựa chọn các thiết bị tương đồng có sẵn trên thị trường. Ở bộ chia điện động cơ ô tô 3ИЛ130 có bộ phận cam ngắt điện gồm 8 vấu cam để điều khiển đóng, ngắt điện ở cặp tiếp điểm. Do đó khi thay thế bằng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm phải thiết kế bộ phận điều khiển tạo xung điện bằng cách chế tạo lại trục bộ chia điện. Kết quả nghiên cứu có sự so sánh các thông số tính năng của động cơ khi sử dụng hai loại HTĐL này với công suất và mô men tăng lên. Tuy nhiên quan trọng hơn là với HTĐL mới giá thành không cao nhưng giảm bớt được công sức bảo dưỡng và sửa chữa. HTĐL này cũng đã được triển khai ứng dụng cho nhiều ô tô tại Trường Trung cấp Kỹ thuật Miền Trung.

Từ khóa: Ô tô 3ИЛ130; cải hoán HTĐL; HTĐL bán dẫn; bộ phận tạo xung; tính năng của động cơ.

ABSTRACT

The article presents the research on converting the ignition system of a military automobile with the original system of a contact semiconductor ignition system replaced by a non-contact semiconductor ignition system. Components of the new ignition system are selected on the basis of similar equipment available on the market.

In the voltage divider of (the) ignition system of engine 3ИЛ130, there is a shut off cam with 8 cam tabs to control the switch on and switch off of the contact pair. Therefore, when replacing by a non-contact semiconductor ignition system, it is required to design the control device to generate electrical pulses by redesigning the splitter axis. The results of the study have compared the performance parameters of the engine when using these two types of ignition systems with increased power and torque. However, more importantly, with the new ignition system, the price is not high but the maintenance and repair effort is reduced. This ignition system has also been applied for many automobiles at Central Middle Technical School.

Keywords: 3ИЛ130 automobile; converting the ignition system; semiconductor ignition system; pulse generator; engine performance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động cơ đốt trong muốn hoạt động tốt và có hiệu suất, hiệu quả cao phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, một trong những yếu tố quan trọng nhất là phải có HTĐL hoạt động ổn định, tạo ra tia lửa điện cao áp (phóng qua

khe hở bugi) đốt cháy hỗn hợp làm việc trong các xy lanh của động cơ vào những thời điểm thích hợp, tương ứng với trình tự xy lanh và chế độ làm việc của động cơ.

Để đáp ứng được các chế độ vận hành của động cơ ô tô, HTĐL phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- HTĐL phải sinh ra dòng thứ cấp đủ lớn để tạo ra tia lửa điện phóng điện qua khe hở bugi trong tất cả các chế độ làm việc của động cơ.

- Tia lửa trên bugi phải đủ năng lượng và thời gian phóng để sự cháy bắt đầu.

- Góc đánh lửa sớm phải đúng trong mọi chế độ hoạt động của động cơ trong đó có hai yếu tố chính là tải và tốc độ của động cơ.

- Các phụ kiện của HTĐL phải hoạt động tốt trong điều kiện nhiệt độ cao và độ rung xóc lớn.

- Sự mài mòn điện cực bugi phải nằm trong khoảng cho phép.

- Độ tin cậy làm việc của HTĐL phải tin cậy tương ứng với chế độ làm việc của động cơ.

- Kết cấu đơn giản, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, giá thành rẻ.

Đối với ô tô ЗИЛ 130 sử dụng trong quân đội hiện nay có xuất xứ từ Liên Xô cũ, sản xuất từ thập niên 80 nhưng vẫn còn sử dụng khá nhiều. Trên ô tô sử dụng HTĐL bán dẫn có tiếp điểm điều khiển. Kết cấu gồm có hộp chuyển mạch TK102; hộp điện trở phụ; bộ chia điện; biến áp đánh lửa; bugi đánh lửa... Tuy nhiên, qua quá trình sử dụng lâu năm làm cho tiếp điểm của bộ chia điện bị mòn và cháy rỗ, cuộn dây của biến áp đánh lửa bị chạm chập một số vòng... Do đó chất lượng tia lửa điện kém đi làm ảnh hưởng không nhỏ đến công suất động cơ, lượng tiêu hao nhiên liệu và nồng độ các chất độc hại trong thành phần khí xả. Chính vì vậy trong nghiên cứu này nhóm tác giả có định hướng tính toán lại một số các thông số chính trong HTĐL nhằm cải tiến HTĐL hiện tại trên ô tô ЗИЛ 130 đang được sử dụng nhiều cho mục đích quốc phòng và giảng dạy cho đối tượng lái xe quân sự tại Trường Trung cấp Kỹ thuật Miền Trung - Bộ Quốc phòng. Sau khi chuyển đổi HTĐL hiện tại thành HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm điều khiển, HTĐL mới sẽ những ưu điểm nổi bật sau:

- Nâng cao hiệu quả quá trình cháy (do dòng điện cao áp tăng, độ sụt áp giảm,...), từ đó có thể cải thiện công suất, giảm suất tiêu

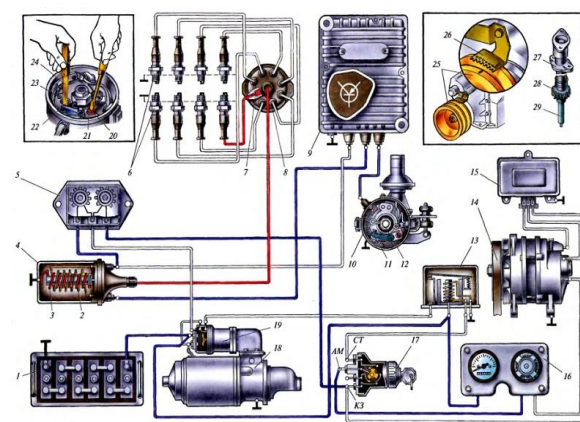
hao nhiên liệu và nồng độ các chất gây ô nhiễm môi trường...

- Giảm thiểu thời gian cho việc bảo dưỡng HTĐL.

- Giải quyết được vấn đề khan hiếm vật tư bởi thực tế HTĐL có tiếp điểm điều khiển đã quá cũ và rất khó tìm kiếm thiết bị thay thế cùng chủng loại.

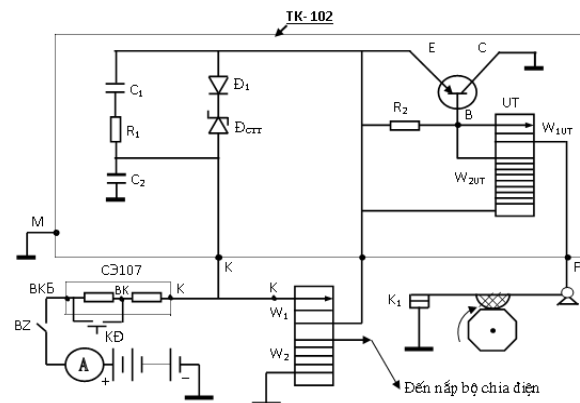
2. HTĐL TRÊN Ô TÔ ЗИЛ 130

HTĐL trên ô tô ЗИЛ 130 có sơ đồ và sơ đồ mạch điện HTĐL được thể hiện trên hình 1 và 2.



Hình 1. Sơ đồ HTĐL ô tô ЗИЛ 130 [1,4,5].

Đặc điểm kết cấu cơ bản của HTĐL trên ô tô ЗИЛ 130 là sử dụng hộp bán dẫn TK-102, thuộc loại đánh lửa bán dẫn có tiếp điểm điều khiển, được lắp đồng bộ trên ô tô vận tải hoặc ô tô có bố trí tổ máy phát điện, công trình xa, cầu hàng, xe ben... Cấu tạo gồm có: bộ chia điện; biến áp đánh lửa; hộp bán dẫn TK-102; hộp điện trở phụ; bugi...



Hình 2. Sơ đồ mạch điện HTĐL bán dẫn có tiếp điểm TK-102 [2]

Dòng điện chạy qua cặp tiếp điểm K1 chỉ là dòng điện điều khiển có trị số nhỏ khoảng $(0,8 \div 0,9)A$ nên giảm được tia lửa điện và làm tuổi thọ HTĐL tăng.

Dòng điện chạy qua cuộn dây W1: $I1 = I_B + I_C = (8 \div 9)A$. có trị số lớn, nên sinh ra U2 lớn ($\geq 30 KV$).

Tuy nhiên qua khoảng 40 năm sử dụng, đến nay HTĐL trên ô tô ЗИЛ 130 đã không đảm bảo độ tin cậy, phát sinh nhiều vấn đề cần giải quyết như: cặp tiếp điểm bị mòn, cháy rỗ, biến áp đánh lửa bị chạm chập,... những vấn đề này làm cho năng lượng tia lửa điện giảm rõ rệt và biến áp đánh lửa bị nóng, ảnh hưởng đến tính năng kỹ thuật của động cơ. Bên cạnh đó vật tư thay thế rất khan hiếm nên giá thành tương đối cao. Do đó cần nghiên cứu lựa chọn giải pháp cải tiến để giải quyết các vấn đề nêu trên.

3. NGHIÊN CỨU CẢI HOÁN HTĐL

3.1 Phương án cải hoán sang HTĐL bán dẫn không tiếp điểm

Có nhiều giải pháp lựa chọn cải hoán thay thế HTĐL. Tuy nhiên theo nhóm nghiên cứu, với việc cải hoán HTĐL này sang HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm với những lý do sau đây:

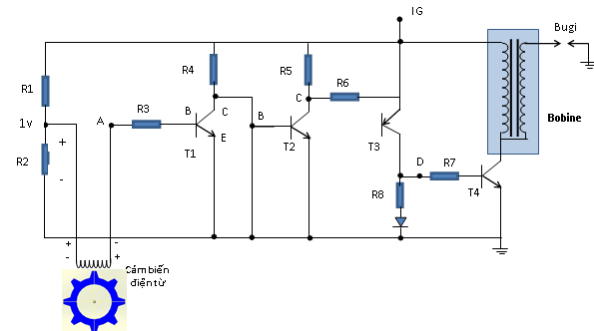
Xét về bản chất đây là HTĐL sử dụng cảm biến điện từ loại nam châm đứng yên. Như vậy phải cần thiết kế, chế tạo bộ phận tạo xung điện thay thế cho cặp tiếp điểm của HTĐL cũ. Đây là bộ phận làm thay đổi cơ bản HTĐL cũ, vì HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm sử dụng cảm biến điện từ được sử dụng khá phổ biến trên các loại ô tô. Bộ phận tạo xung điện là cơ cấu chính để ngắt, nối dòng điện sơ cấp. Bộ phận này sẽ thay thế cho cặp tiếp điểm đóng, ngắt dòng điện sơ cấp của HTĐL bán dẫn có tiếp điểm điều khiển. Do có cấu tạo khá đơn giản, dễ chế tạo và ít hư hỏng nên ta lựa chọn kiểu đánh lửa này để thay thế.

Với phương án này chỉ cần thay đổi bộ phận tạo xung để thay thế cho cặp tiếp điểm nhằm mục đích giảm độ sụt áp do phân tiếp điểm gây ra. Các thông số khác trong HTĐL

sẽ xem xét, lựa chọn theo các giá trị của HTĐL ban đầu.

3.2 Thiết kế, chế tạo và lựa chọn các bộ phận của HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm điều khiển

Để đáp ứng yêu cầu của HTĐL này cần phải lên sơ đồ HTĐL, thiết kế bộ phận tạo xung và lựa chọn thiết bị mới, tận dụng các thiết cũ để thỏa mãn các điều kiện làm việc của hệ thống.



Hình 3. Sơ đồ mạch HTĐL bán dẫn không tiếp điểm thay thế cho động cơ [2]

Thiết kế, chế tạo bộ phận tạo xung điều khiển

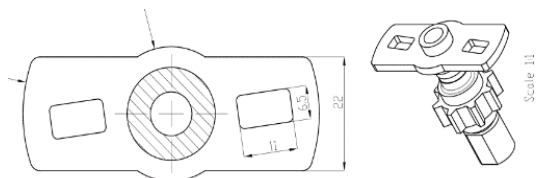
Bộ cảm biến phát tín hiệu:

Cấu tạo của cảm biến góc quay trực khuỷu dạng điện từ, loại nam châm đứng yên. Trong cảm biến gồm có cuộn dây cảm ứng mà lõi là một nam châm vĩnh cửu đứng yên. Trên mâm chia điện của bộ chia điện cũ phải khoan thêm lỗ và “taro” ren để lắp cảm biến này.

Phần tử phát xung: Phần tử phát xung có số răng tương ứng với số máy của động cơ. Ở bộ chia điện xe ЗИЛ130 có bộ phận cam ngắt điện gồm 8 vấu cam để điều khiển đóng, ngắt điện ở cặp tiếp điểm. Do đó khi thay thế bằng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm ta phải thiết kế bộ phận điều khiển tạo xung điện bằng cách thiết kế lại trực bộ chia điện. Tại vị trí các vấu cam sẽ tiện tròn hết các vấu cam và lắp vào một bánh răng. Trực bộ chia điện được dẫn động từ trục cam thông qua trục trung gian, do đó khi lắp bánh răng mới vào trục bộ chia điện phải đúng thời điểm đánh lửa theo qui định của động cơ. Với yêu cầu này trong thiết kế và chế tạo bánh răng

thay thế cam ngắt điện, các thông số kích thước phải phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật nêu trên. Toàn bộ trục bộ chia điện có gắn bánh răng được miêu tả trong một số hình ảnh được trích từ bản vẽ thiết kế tại hình 4.

Khi răng của rotor không nằm đối diện cực từ thì từ thông đi qua cuộn dây cảm ứng sẽ có giá trị thấp vì khe hở không khí lớn hơn nên có từ trở cao. Khi một răng đến gần cực từ của cuộn dây, khe hở không khí giảm dần khiến từ thông tăng nhanh. Như vậy, nhờ sự biến thiên từ thông, trên cuộn dây sẽ xuất hiện một sức điện động cảm ứng. Khi răng rotor đối diện với cực từ của cuộn dây, từ thông đạt giá trị cực đại nhưng điện áp ở hai đầu cuộn dây bằng không. Khi của răng rotor di chuyển ra khỏi cực từ, thì khe hở không khí tăng dần làm từ thông giảm sinh ra sức điện động theo chiều ngược lại.



Hình 4. Trục bộ chia điện gắn bánh răng tạo xung được trích từ bản vẽ thiết kế, chế tạo.



Hình 5. Bộ phận tạo xung điện điều khiển

Lựa chọn các bộ phận, chi tiết trong HTĐL

Bộ chia điện: Sử dụng bộ chia điện P4J cũ và đã được cải tiến chi tiết trục. Chỉ thay đổi bằng cách loại bỏ cặp tiếp điểm, thay vào đó là bộ phận tạo xung như đã trình bày ở trên.

Mô đun đánh lửa:

Mô đun đánh lửa hay còn gọi là IC đánh lửa có thể chọn kiểu loại J170 (M007 M010 J120 J153) hoặc của các hãng khác có thông số kỹ thuật tương đương. Để lắp mô đun đánh lửa cần phải hàn giá trên mâm chia điện của bộ chia điện cũ. Chi tiết này thay thế cho hộp bán dẫn TK-102 và hộp điện trở phụ.

Biến áp đánh lửa:

Không sử dụng biến áp đánh lửa B -114 của HTĐL cũ theo xe. Thay vào đó sẽ được lắp biến áp đánh lửa đồng bộ với cảm biến đánh lửa và mô đun đánh lửa. Có thể sử dụng biến áp đánh lửa của hãng Denso mã số 90919; 118351 hoặc tương đương của các hãng khác, có sẵn trên thị trường. Biến áp đánh lửa có điện áp: 12v; cuộn W1: $0,46 \div 0,75 (\Omega)$; cuộn W2: $10,0 \div 17,8(k\Omega)$.

- Các thiết bị điện khác: Dây cao áp, bugi sử dụng các chi tiết theo thiết kế cũ của ô tô ЗИЛ 130.

Sau khi thiết kế, lựa chọn các bộ phận, chi tiết của HTĐL thì tiến hành lắp hoàn chỉnh bộ chia điện và kiểm tra, điều chỉnh khe hở giữa bánh răng và cảm biến phát tín hiệu đảm bảo ở trong khoảng 0,2 – 0,4 (mm).

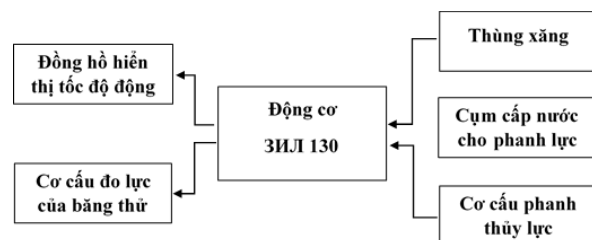
4. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1 Lắp đặt thiết bị thí nghiệm

Sau khi tiến hành lắp đặt hoàn chỉnh, tiến hành thử nghiệm để đo thông số tính năng của động cơ và so sánh các thông số này giữa HTĐL cũ và HTĐL cải tạo.

Thiết bị thí nghiệm có gắn băng thử công suất động cơ D260B, đây là một thiết bị có thể đo công suất đến 260 kW của động cơ diesel, động cơ xăng, động cơ điện, tua bin khí [3].

Sơ đồ bố trí thí nghiệm được thực hiện trên hình vẽ sau



Hình 6. Sơ đồ lắp đặt thiết bị thí nghiệm

Khi tiến hành đo, động cơ ЗИЛ 130 có dải tốc độ từ 500 – 3200 (v/p), biên độ mỗi lần tiến hành đo là 500 (v/p). Khi động cơ làm việc ổn định, điều chỉnh ga để đo công suất và mô men. Ứng với mỗi giá trị tốc độ động cơ mong muốn, đọc số trị đo lực đo

kim chỉ đồng hồ hiển thị và áp dụng công thức (1) và (2) để xác định giá trị lực và mô men sau đó lập bảng và xuất đồ thị đường đặc tính công suất và mô men tương ứng.

Công thức tính công suất

$$N_e = \frac{f \cdot n}{10.000} (kW) \quad (1)$$

Trong đó: N_e là công suất (kW); f là lực (N) số chỉ của kim trên mặt đồng hồ; n là tốc độ động cơ (v/p)

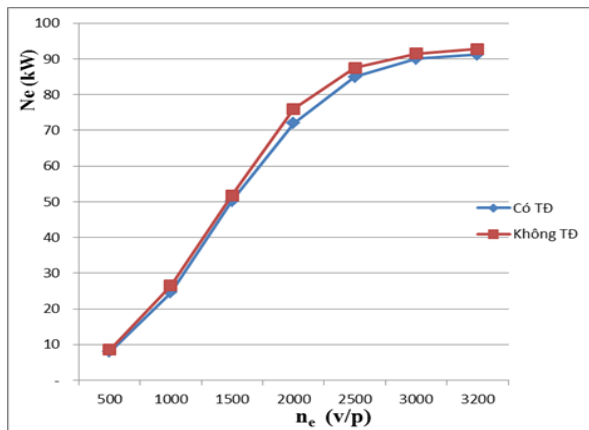
Công thức tính mô men

$$M = F \cdot L \quad (2)$$

Trong đó: M là mô men (Nm); F là lực (N) số chỉ của kim đồng hồ; L là cánh tay đòn theo tính toán (0,9549 m)

4.2 Kết quả thí nghiệm

Sau khi tiến hành khảo nghiệm vận hành phanh thủy lực và thiết bị đo trên động cơ ЗИЛ 130, sử dụng hệ thống đánh lửa bán dẫn có tiếp điểm và thay thế bằng hệ thống đánh lửa bán dẫn không có tiếp điểm, lập bảng giá trị đo sau khi tiến hành thí nghiệm và vẽ sơ đồ so sánh kết quả giá trị công suất, mô men như hình 7 và hình 8.

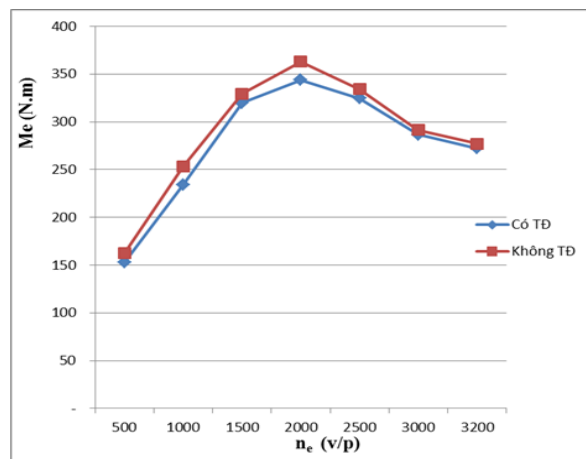


Hình 7. Đồ thị đường đặc tính công suất

Đường đặc tính tốc độ của động cơ ЗИЛ 130 khi lắp HTĐL bán dẫn có tiếp điểm và HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm mà ta khảo sát ở trên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của N_e , M_e vào số vòng quay của trục khuỷu. Quan sát đồ thị đặc tính ngoài của động cơ, đường công suất khi động cơ sử dụng HTĐL bán dẫn có tiếp điểm điều khiển

và HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm đều là đường cong tăng dần theo chiều tăng số vòng quay của động cơ. Hai đường công suất này có sự chênh lệch nhất định, đường công suất khi sử dụng HTĐL bán dẫn có tiếp điểm điều khiển là 8 kW ứng với tốc độ động cơ đạt 500 v/p trong khi đường công suất khi sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm là 8,5 kW, tăng 6,25%. Tuy nhiên đường công suất khi sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm tăng nhanh hơn và có sự chênh lệch lớn nhất tại tốc độ động cơ 2000 v/p, đạt 76 kW trong khi khi sử dụng HTĐL bán dẫn có tiếp điểm điều khiển chỉ đạt 72 kW. Công suất động cơ đạt giá trị lớn nhất ở tốc độ động cơ 3.200 v/p ở HTĐL bán dẫn có tiếp điểm là 91,2 kW còn ở HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm là 92,8 kW.

Đối với mômen xoắn của động cơ phát ra khi lắp HTĐL bán dẫn có tiếp điểm và HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm ta thấy hai đường thể hiện mô men cũng có sự chênh lệch đáng kể. Ở tốc độ động cơ 500 v/p khi mà đường thể hiện mô men khi sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm đạt 152,78 Nm, còn sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm đạt 162,33 Nm. Ở tốc độ 1000 v/p mô men khi sử dụng HTĐL bán dẫn có tiếp điểm tăng cao hơn. Mô men xoắn đạt giá trị cực đại tại tốc độ động cơ 2000 v/p, khi sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm đạt 343,76 Nm, còn sử dụng HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm đạt 362,86 Nm. Ở các tốc độ động cơ lớn hơn 2.000 v/p thì mô men của động cơ phát ra có xu hướng giảm dần.



Hình 8. Đồ thị đường đặc tính mô men

5. KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu này, có thể nhận thấy việc thiết kế, chế tạo, lắp đặt và thử nghiệm HTĐL bán dẫn không có tiếp điểm thay thế cho HTĐL bán dẫn có tiếp điểm là hoàn toàn thực hiện được, có tính khả thi cao. Động cơ làm việc tốt, ổn định ở mọi chế độ, công suất và mô men có tăng lên mặc dù tăng

không nhiều. Đồng thời việc chuyển đổi không quá phức tạp, không làm thay đổi lớn kết cấu, chi phí không đáng kể (khoảng 1.400.000 đồng) do tận dụng được nhiều chi tiết, bộ phận của HTĐL cũ theo xe. Hiện nay chúng tôi đã tiến hành lắp đặt cho nhiều ô tô tại Trường Trung cấp Kỹ thuật Miền Trung phục vụ cho công tác dạy và học lái xe trong quân đội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Ngọc Ân (1993), Trang bị điện ô tô-máy kéo, Giáo dục, Hà Nội.
- [2] Đỗ Văn Dũng (2007), Hệ thống điện và điện tử trên ô tô hiện đại, Đại học quốc gia Tp.HCM.
- [3] Nguyễn Hữu Cẩn, (2004), Thí nghiệm ô tô, Nxb Khoa học kỹ thuật.
- [4] Автомобиль ЗИЛ-130 и его модификации, (1980), Машиностроение, Москва.
- [5] Автомобиль ЗИЛ 131 и его модификации, (1978), Машиностроение, Москва.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

TS. Nguyễn Thanh Tuấn
Trường Đại học Nha Trang
Email: nguyenthanhtuan@ntu.edu.vn