

## **Phần 2. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT**

### **Chương V. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT**

#### **Mục 1. Yêu cầu về kỹ thuật**

##### **1.1 Giới thiệu chung về dự án/dự toán mua sắm, gói thầu**

- Tên gói thầu: 2026-TMP-TB-04.04 Mua sắm máy biến áp kích từ.
- Giá trị gói thầu: 6.156.000.000 đồng.
- Phạm vi công việc:
  - ✓ Nhà thầu có trách nhiệm khảo sát thực địa, thu thập số liệu hiện trạng và thiết kế chế tạo máy biến áp, bảo đảm đấu nối đồng bộ với hệ thống hiện hữu.
  - ✓ Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm xuất xưởng, vận chuyển và bàn giao 02 máy biến áp kích từ 730KVA, 13,8/0,45kV
- Địa điểm thực hiện: Công ty Cổ phần Thủy điện Thác Mơ Khu phố Thác Mơ 5 phường Phước Long, tỉnh Đồng Nai.
- Tiến độ thực hiện:
  - ✓ Thời gian cung cấp hàng hóa 180 ngày
  - ✓ Lắp đặt 2TE: T10/2026
  - ✓ Lắp đặt MBA 1TE: T6/2027

##### **1.2 Yêu cầu về kỹ thuật**

###### **1.2.1 Yêu cầu chung**

- Máy biến áp được thiết kế, chế tạo phải phù hợp với vị trí đặt máy, kết nối được ống dẫn dòng 13,8 kV hiện hữu.
- Nhà sản xuất máy biến áp phải là đơn vị có kinh nghiệm sản xuất máy biến áp không ít hơn 30 năm; có sản phẩm được thiết kế và chế tạo theo tiêu chuẩn IEC 60076; có sản phẩm đã được cung cấp và vận hành thương mại tại tối thiểu 03 quốc gia có nền công nghiệp phát triển.

###### **1.2.1.1 Tiêu chuẩn áp dụng**

- Máy biến áp được thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và nghiệm thu theo các tiêu chuẩn IEC và TCVN tương ứng đang có hiệu lực, bao gồm nhưng không giới hạn:
  - + IEC 61378-1:2011: Transformers for industrial applications;
  - + IEC 60076-11 – Dry-type transformers;
  - + IEC 60076-12:2008: Power transformers - Part 12: Loading guide for dry-type power transformers;
  - + IEC 60076 (các phần liên quan) – Power transformers;
  - + IEC 60076-1 – General;
  - + IEC 60076-2 – Temperature rise;
  - + IEC 60076-3 – Insulation levels and dielectric tests;

- + IEC 60076-5 – Ability to withstand short circuit;
- + IEC 60076-10 – Determination of sound levels;
- + TCVN 6306 (tương đương IEC 60076);
- + TCVN 8525:2015 (MEPS – hiệu suất năng lượng);
- + Các TCVN tương đương;
- + ISO 9001 (hệ thống quản lý chất lượng – nhà sản xuất.
- + Trường hợp có sự khác nhau giữa các tiêu chuẩn thì áp dụng tiêu chuẩn có yêu cầu kỹ thuật cao hơn.

### 1.2.1.2 Yêu cầu thiết kế, chế tạo

- Máy biến áp kích từ khô được thiết kế, chế tạo:

- + Phù hợp với vị trí đặt máy, kết nối được ống dẫn dòng 13,8 kV hiện hữu.
- + MBA đáp ứng chế độ cường hành của hệ kích từ; tối thiểu cho phép dòng kích từ đạt 2,0 lần dòng định mức trong thời gian  $\geq 50$  giây.
- + Cấp cho phụ tải chỉnh lưu/kích từ làm việc với dòng điện không hình sin và phải được thiết kế có xét đến đặc tính vận hành của chỉnh lưu (ảnh hưởng của dòng phi tuyến, sóng hài, dòng cưỡng bức và hệ số quá tải). Phù hợp với các yêu cầu quy định tại IEC 60076-12 (Loading guide for dry-type transformers) để đánh giá khả năng mang tải, độ tăng nhiệt trong điều kiện dòng điện không hình sin.
- + Nhà thầu phải khảo sát hiện trường, tự xác định các đặc tính của bộ chỉnh lưu hệ thống kích từ hiện hữu làm cơ sở thiết kế, chế tạo MBA kích từ phù hợp; mọi sai lệch do khảo sát hoặc thiết kế không phù hợp, Nhà thầu tự chịu trách nhiệm và không làm phát sinh chi phí cho Chủ đầu tư.

### 1.2.1.3 Yêu cầu về kỹ thuật, chỉ dẫn kỹ thuật

- Máy biến áp được sản xuất mới 100%, chưa qua sử dụng và phù hợp các quy định và tiêu chuẩn hiện hành.

- Điều kiện môi trường làm việc của thiết bị (làm việc trong nhà):

|  |  |
|--|--|
| Nhiệt độ môi trường (°C)                     | 40/20  |
| Khí hậu                                      | Nhiệt đới, nóng ẩm   |
| Độ ẩm tương đối cực đại                      | 93%, không được có nước đọng thành giọt trên bề mặt các cuộn dây |
| Độ cao lắp đặt thiết bị so với mực nước biển | Đến 1000 m   |

- Thông số kỹ thuật của máy biến áp:

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Kiểu loại MBA                | Máy biến áp khô 3 pha 2 cuộn dây, lắp đặt trong nhà |
| Công suất định mức           | 733 kVA   |
| Điện áp định mức cuộn cao áp | 13,8 kV   |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Điện áp định mức cuộn hạ áp    | 415 V   |
| Dòng điện định mức cuộn cao áp | 30,66 A   |
| Dòng điện định mức cuộn hạ áp  | 1.020 A   |
| Điện áp ngắn mạch (%)          | 6,0%  |
| Kiểu làm mát                   | AN  |
| Tần số                         | 50 Hz   |
| Số pha                         | 3   |
| Cấp cách điện cuộn dây         | F   |
| Tổ đấu dây                     | Y/ $\Delta$ – 1 (cuộn cao áp đấu Y, cuộn hạ áp đấu $\Delta$ ) |

**Ghi chú:** Việc lựa chọn điện áp ngắn mạch và chế độ làm mát của MBA mới không phụ thuộc vào thông số MBA hiện hữu mà căn cứ theo TCVN, IEC.

## 1.2.2 Yêu cầu kỹ thuật chi tiết

**1.2.2.1 Công nghệ sản xuất cách điện:** Nhựa đúc trong môi trường chân không

**1.2.2.2 Lõi từ và cuộn dây**

- Lõi từ được chế tạo từ vật liệu lá thép kỹ thuật điện (thép silic cán nguội đẳng hướng). Các lá thép được phủ cách điện 2 mặt, không có bavaria.

- Cuộn dây máy biến áp phải được chế tạo bằng đồng. Phía trung và hạ áp ưu tiên sử dụng MBA công nghệ quấn đồng lá.

**1.2.2.3 Phương tiện giám sát**

MBA làm mát tự nhiên kiểu AN, không trang bị quạt hoặc động cơ quạt. Hệ thống giám sát nhiệt độ gồm:

- Trang bị tối thiểu 03 cảm biến PT100 tại bồi dây hạ áp;
- 01 bộ điều khiển nhiệt độ kỹ thuật số có tiếp điểm Alarm/Trip và đầu ra truyền thông (RS485 hoặc 4-20mA) để kết nối về hệ thống giám sát trung tâm;

Không yêu cầu chức năng điều khiển quạt

**1.2.2.4 Chế độ làm mát:** Máy biến áp được thiết kế chế độ làm mát AN (làm mát tự nhiên) theo IEC 60076-11

**1.2.2.5 Tương thích điện từ EMC**

Máy biến áp phải được coi là phần tử thụ động liên quan đến phát xạ và miễn nhiễm nhiễu điện từ

**1.2.2.6 Vỏ bọc máy biến áp (Vỏ tủ-Enclosures)**

- Máy biến áp phải có kết cấu để bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp và phải trang bị các phần tử nhìn thấy được (tấm cảnh báo/ký hiệu đặc biệt) để chỉ ra nguy hiểm, theo quy định.

- Máy biến áp kiểu khô có vỏ bọc được lắp đặt trong nhà, cấp của vỏ bọc IP30.
- Kích thước xem bản vẽ tham khảo tại Phụ lục.

### **1.2.2.7 Nhãn mác**

**1.2.2.7.1** Máy biến áp phải có một tấm thông số làm bằng vật liệu chịu thời tiết và được lắp ở vị trí nhìn thấy được, để thể hiện các hạng mục nêu dưới đây. Tấm thông số phải ghi theo cách không thể bị tẩy xóa (như là khắc, chạm, dập nổi hoặc bằng cách xử lý quang hóa). Thông tin tối thiểu phải có trên nhãn máy.

#### **1.2.2.7.2 Thông tin tối thiểu phải có trên nhãn máy**

- MBA kiểu khô.
- Số hiệu tiêu chuẩn.
- Tên nhà chế tạo, quốc gia sản xuất.
- Số sêri của nhà chế tạo (Serial number).
- Năm sản xuất.
- Nhiệt độ hệ thống cách điện của mỗi cuộn dây.
- Số pha.
- Công suất định mức (kVA).
- Tần số định mức (Hz).
- Điện áp định mức (V hoặc kV) và dải điều chỉnh
- Dòng điện định mức (A hoặc kA).
- Ký hiệu đấu nối và độ lệch pha. Trở kháng ngắn mạch.
- Kiểu làm mát.
- Khối lượng tổng.
- Cấp cách điện.
- Loại môi trường làm việc.
- Loại khí hậu.
- Loại tác động cháy.
- Công suất hoặc dòng ngắn mạch lớn nhất của hệ thống được sử dụng để xác định khả năng chịu đựng của máy biến áp nếu có giới hạn.
- Cấp của vỏ bọc và độ kín của vỏ bọc

### **1.2.2.8 Chứng chỉ chất lượng**

- Nhà sản xuất phải có chứng chỉ về hệ thống quản lý chất lượng (ISO-9001 hoặc tương đương) được áp dụng vào ngành nghề sản xuất máy biến áp. Nhà sản xuất phải có phòng thử nghiệm xuất xưởng với các trang thiết bị phục vụ thử nghiệm được kiểm chuẩn bởi cơ quan quản lý chất lượng Nhà nước.

- Nhà sản xuất phải tuân thủ các quy định của Nhà nước về tiết kiệm năng lượng, an toàn cháy nổ, môi trường, sở hữu trí tuệ, nhãn mác v.v

### **1.2.2.9 Khả năng chịu tải và quá tải**

MBA đáp ứng chế độ cường hành dòng kích 2,0 lần dòng định mức trong thời gian  $\geq 50$  giây.

Máy biến áp phải được thiết kế và chế tạo để có khả năng vận hành liên tục và quá tải tuân thủ tiêu chuẩn IEC 60076-12:2008.

a. Giới hạn nhiệt độ vận hành: Đối với hệ thống cách điện cấp F ( $155^{\circ}\text{C}$ ), máy phải đảm bảo các giới hạn nhiệt độ sau ở điều kiện vận hành định mức:

- Độ tăng nhiệt cuộn dây trung bình:  $\leq 95$  K.

- Nhiệt độ điểm nóng nhất (Hot-spot temperature):  $\leq 145^{\circ}\text{C}$ .

b. Nhà thầu phải thiết kế và cam kết mức công suất vận hành liên tục tối đa ở chế độ làm mát cưỡng bức dựa trên kết quả tính toán nhiệt thực tế theo tiêu chuẩn IEC 60076-12, có xét đến các tổn hao bổ sung do phổ sóng hài đặc thù của hệ thống kích từ theo tiêu chuẩn IEC 61378-1, đảm bảo nhiệt độ điểm nóng nhất của cuộn dây không vượt quá giới hạn định mức của cấp hệ thống cách điện  $145^{\circ}\text{C}$  đối với cấp cách điện.

c. Khả năng quá tải ngắn hạn khẩn cấp:

Máy biến áp phải cho phép vận hành quá tải với các ngưỡng giới hạn tuân thủ tiêu chuẩn IEC 60076-12:2008 (Table 3 Current and temperature limits applicable to loading beyond nameplate rating).

d. Khả năng chịu sóng hài: Máy biến áp phải được chế tạo tính toán tăng cường khả năng tản nhiệt để chịu được tổn hao do dòng điện sóng hài gây ra từ bộ chỉnh lưu Thyristor.

#### 1.2.2.10 Mức cách điện

MBA phải được thiết kế và thử nghiệm với những cấp cách điện sau:

| Điện áp định mức (kV) | Điện áp làm việc cao nhất của thiết bị (kV) | Điện áp chịu tần số công nghiệp ngắn hạn (giá trị hiệu dụng) (kV) | Điện áp chịu xung sét 1,2/50 $\mu\text{s}$ (trị số đỉnh) (BIL) (kV) |
|-----------------------|---|---|---|
| 13,8                  | 17,5  | 38  | 95  |

#### 1.2.2.11 Độ ồn

- Độ ồn MBA không lớn hơn 65 dB.

- Cách xác định độ ồn theo tiêu chuẩn IEC 60076-10

#### 1.2.2.12 Độ tăng nhiệt

- Các thành phần được sử dụng làm vật liệu cách điện có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp với điều kiện nhiệt độ của chúng không vượt quá  $155^{\circ}\text{C}$ .

- Giới hạn độ tăng nhiệt trung bình của cuộn dây ở dòng điện danh định:  $\leq 95$  K (trương ứng yêu cầu vận hành cấp cách điện F). Không chấp nhận mức độ tăng nhiệt cuộn dây trung bình 100 K theo IEC 60076-11.

**1.2.2.13 Loại môi trường vận hành:** Loại môi trường: Tối thiểu E2; cấp khí hậu C2; cấp chịu cháy F1 theo IEC 60076-11

#### 1.2.2.14 Cấp chịu cháy

- Máy biến áp phải chịu các nguy cơ cháy (cấp F1). Đòi hỏi phải có hạn chế khả năng cháy. Việc phát thải chất độc và khói sẫm màu phải được giảm thiểu.

- Các thử nghiệm đặc biệt (thử nghiệm tác động cháy) phải chứng tỏ sự phù hợp của máy biến áp cấp F1.

### 1.2.2.15 Yêu cầu kỹ thuật chi tiết

| TT | Hạng mục                                      | Yêu cầu   | Nhà thầu chào |
|----|---|---|---------------|
| 1  | Kiểu máy biến áp                              | Máy biến áp khô   |               |
| 2  | Mã hiệu                                       | Nêu cụ thể  |               |
| 3  | Lắp đặt                                       | Trong nhà   |               |
| 4  | Số pha  | 3   |               |
| 5  | Tần số định mức                               | 50 Hz   |               |
| 6  | Loại máy biến áp                              | Máy biến áp kích từ   |               |
| 7  | Công suất định mức của máy biến áp            | 733 kVA   |               |
| 8  | Điện áp định mức cuộn cao áp                  | 13,8 kV   |               |
| 9  | Điện áp định mức cuộn hạ áp                   | 415 V   |               |
| 10 | Dòng điện định mức cuộn cao áp                | 30,66 A   |               |
| 11 | Dòng điện định mức cuộn hạ áp                 | 1.020 A   |               |
| 12 | Tổ đấu dây                                    | Y/ $\Delta$ – 1 (cuộn cao áp đấu Y, Cuộn hạ áp đấu $\Delta$ phải được thiết kế chịu thành phần dòng một chiều và dòng hài sinh ra từ bộ chỉnh lưu, tránh bão hòa mạch từ) |               |
| 13 | Hệ số K                                       | 13  |               |
| 14 | Kiểu làm mát                                  | AN  |               |
| 15 | Cấp cách điện cuộn dây                        | F/H (cho phép cấp H nhưng phải giữ nguyên giới hạn tăng nhiệt $\leq 95$ K và nhiệt độ điểm nóng nhất $\leq 145^{\circ}\text{C}$ )   |               |
| 16 | Độ tăng nhiệt độ bôi dây (HV/LV)              | 95/95 K   |               |
| 17 | Vật liệu dây dẫn (HV/LV)                      | Đồng/Đồng   |               |
| 18 | Nhiệt độ môi trường ( $^{\circ}\text{C}$ )    | 40/20   |               |
| 19 | Cấp khí hậu, môi trường và chống cháy (C/E/F) | C2/E2/F1<br>(Yêu cầu cung cấp type test)  |               |
| 20 | Điện áp ngắn mạch (%)                         | 6,0%  |               |
| 21 | Tổn thất không tải                            | Nhà thầu kê khai  |               |
| 22 | Tổn hao ngắn mạch                             | Nhà thầu kê khai  |               |
| 23 | Điện áp thử xung 1,2 $\mu\text{s}$ cuộn       | 95 kV   |               |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    | cao áp  |  |  |
| 24 | Điện áp thử ở tần số công nghiệp 50Hz, 1 phút HV/LV   | 38 kV/3 kV   |  |
| 25 | Hiệu suất năng lượng ở hệ số tải 50%  | ≥ 98,84%   |  |
| 26 | Phóng điện cục bộ   | < 10pC tại 1.3xUr<br>(Theo tiêu chuẩn IEC 60076-11)  |  |
| 27 | Kích thước máy biến áp  | Nhà thầu nêu rõ  |  |
|    | <b>Các phụ kiện khác</b>  |  |  |
| 28 | Cảm biến nhiệt kiểu PT100   | 3 cái cho 3 pha  |  |
| 29 | Miếng đệm chống rung  | Có   |  |
| 30 | Đồng hồ đo nhiệt độ dạng số   |  |  |
|    | - Độ chính xác  | +/-0,5 (tất cả thang đo)   |  |
|    | - Phạm vi đo  | -50 đến 250°C  |  |
|    | - Số đầu vào cảm biến PT100   | Tối thiểu 4 đầu vào<br>(3 đầu sử dụng cho nhiệt độ 3 pha và 1 đầu vào dự phòng)                    |  |
|    | - Truyền thông  | RS-485 Modbus RTU  |  |
|    | - Khả năng lưu trữ dữ liệu  | 10 năm   |  |
|    | - Nguồn cấp dual  | AC 100 V-260 V 50 Hz; DC 110-300 V   |  |
|    | - LED chỉ thị   | Nhiệt độ cực đại; Cảnh báo;<br>Cắt máy cắt; Lỗi; Truyền thông                                      |  |
|    | - LED hiển thị số   | Nhiệt độ, Pha đo   |  |
| 31 | Thí nghiệm điển hình (Type Test) theo tiêu chuẩn IEC60076-11  | Yêu cầu cung cấp biên bản thí nghiệm điển hình (Type Test) đáp ứng các yêu cầu trong hồ sơ dự thầu |  |
| 32 | Các thử nghiệm điển hình và/hoặc thử nghiệm đặc biệt của máy biến áp phải được thực hiện bởi phòng thử nghiệm độc lập có chứng chỉ ISO/IEC 17025 còn hiệu lực cho các phép thử tương ứng; ưu tiên các phòng thử nghiệm thuộc mạng lưới STL (Short-Circuit Testing Liaison). Trường hợp thử nghiệm được thực hiện tại nhà máy chế tạo, phải có sự chứng kiến và xác nhận kết quả của phòng thử nghiệm độc lập có chứng chỉ ISO/IEC 17025 | Yêu cầu  |  |

|    |  |            |  |
|----|--|------------|--|
| 33 | Thí nghiệm xuất xưởng theo tiêu chuẩn IEC 60076-11   |            |  |
|    | - Đo tỉ số biến                                      | Có         |  |
|    | - Đo điện trở cuộn dây                               | Có         |  |
|    | - Đo tổng trở ngắn mạch và tổn hao ngắn mạch         | Có         |  |
|    | - Đo dòng và tổn hao không tải                       | Có         |  |
|    | - Thử nghiệm chịu điện áp cảm ứng                    | Có         |  |
|    | - Đo phóng điện cục bộ                               | Có         |  |
|    | - Đo điện áp chịu đựng tần số nguồn cuộn cao / hạ áp | Có         |  |
|    | - Đo hiệu suất và điều chỉnh điện áp                 | Có         |  |
| 34 | Nhà sản xuất/Nước sản xuất                           | Nêu cụ thể |  |

### 1.3 Yêu cầu khác

**1.3.1 Yêu cầu về bảo hành:** Thời gian bảo hành ít nhất là 24 tháng kể từ ngày nghiệm thu hoàn thành và đưa máy biến áp vào vận hành.

#### 1.3.2 Yêu cầu điều kiện thanh toán:

Việc thanh toán được chia làm 3 đợt như sau

- Đợt 1: Chủ đầu tư thanh toán 70% giá trị hợp đồng (khấu trừ toàn bộ giá trị tạm ứng) trong vòng 15 ngày sau khi 02 máy biến áp được vận chuyển đến Nhà máy Thủy điện Thác Mơ và được Chủ đầu tư nghiệm thu.
- Đợt 2: Chủ đầu tư thanh toán 15% giá trị hợp đồng sau khi máy biến áp thứ nhất được nghiệm thu đưa vào sử dụng ( dự kiến T10/2026).
- Đợt 3: Chủ đầu tư thanh toán 15% giá trị hợp đồng sau khi máy biến áp thứ nhất được nghiệm thu đưa vào sử dụng ( dự kiến T10/2027).

**Mục 2. Bản vẽ:** Bản vẽ kích thước máy biến áp kích từ và điểm đấu nối vào thanh dẫn dòng 13,8 kV hiện hữu tại Phụ lục đính kèm

#### Mục 3. Kiểm tra và thử nghiệm:

Các thử nghiệm được thực hiện phù hợp với tiêu chuẩn IEC 60076-11 và tương đương, phù hợp với các thông số được mô tả trong các thông số kỹ thuật chi tiết, cụ thể:

##### 3.1 Các hạng mục thử nghiệm thông thường trước khi xuất xưởng.

- a. Đo điện trở cuộn dây.
- b. Đo tỷ số điện áp và kiểm tra độ lệch pha.
- c. Đo trở kháng ngắn mạch và tổn hao ngắn mạch.
- d. Đo tổn hao không tải và dòng điện không tải.

e. Thử nghiệm điện áp chịu thử AC nguồn riêng.

f. Thử nghiệm điện áp chịu thử AC cảm ứng.

g. Đo phóng điện cục bộ.

### 3.2 Các hạng mục thử nghiệm điển hình (Type Test)

- Thử nghiệm độ tăng nhiệt (được tính toán quy đổi cho dòng điện không sin).

- Thử nghiệm xung sét cho cuộn cao thế.

- Thí nghiệm điển hình phải tuân theo tiêu chuẩn IEC 60076-11.

- Các thử nghiệm điển hình và/hoặc thử nghiệm đặc biệt của máy biến áp phải được thực hiện bởi phòng thử nghiệm độc lập có chứng chỉ ISO/IEC 17025 còn hiệu lực cho các phép thử tương ứng; ưu tiên các phòng thử nghiệm thuộc mạng lưới STL (Short-Circuit Testing Liaison). Trường hợp thử nghiệm được thực hiện tại nhà máy chế tạo, phải có sự chứng kiến và xác nhận kết quả của phòng thử nghiệm độc lập có chứng chỉ ISO/IEC 17025.

### 3.3 Sai số thí nghiệm - Tổn hao không tải và ngắn mạch

Hiệu suất năng lượng của máy biến áp được đánh giá tại 50% tải định mức theo quy định tại TCVN 8525:2015.

- Đối với máy biến áp có công suất trung gian 733 kVA, hiệu suất năng lượng tối thiểu tại 50% tải được xác định bằng phương pháp nội suy tuyến tính giữa các cấp công suất 630 kVA và 750 kVA theo Bảng 2 - TCVN 8525:2015, kết quả yêu cầu:  $\eta_{50\%} \geq 98,84\%$ .

- Theo công thức xác định hiệu suất tại 50% tải của TCVN 8525:2015, điều kiện tương đương được nêu như sau:  $P_0 + 0,25 \times P_k(120^\circ\text{C}) \leq 4,27 \text{ kW}$ .

Trong đó:

+  $P_0$  là tổn hao không tải của máy biến áp;

+  $P_k(120^\circ\text{C})$  là tổn hao ngắn mạch, quy đổi về nhiệt độ  $120^\circ\text{C}$  theo quy định của tiêu chuẩn áp dụng.

- Nhà thầu phải kê khai và bảo đảm các giá trị  $P_0$  và  $P_k(120^\circ\text{C})$  trong hồ sơ dự thầu, đồng thời chịu trách nhiệm về việc đáp ứng điều kiện hiệu suất năng lượng tối thiểu nêu trên.

- Dung sai các phép đo trong thí nghiệm xuất xưởng và nghiệm thu, bao gồm: tổn hao không tải, tổn hao ngắn mạch, tỷ số biến áp, điện áp ngắn mạch, trở kháng và các đại lượng liên quan, được áp dụng theo IEC 60076-1 (hoặc TCVN 6306-1 tương đương).

### 3.4 Kiểm tra các thông số cơ bản

- MBA trước khi đưa vào vận hành trên lưới điện phải được kiểm tra thử nghiệm theo quy trình, quy phạm hiện hành.

- Các công việc thí nghiệm, kiểm tra và hiệu chỉnh tại hiện trường phục vụ công tác lắp đặt, nghiệm thu và đưa máy biến áp vào vận hành thực hiện theo kế hoạch của Chủ đầu tư. Nhà thầu có trách nhiệm phối hợp, cung cấp tài liệu kỹ thuật, thông số thiết kế và hướng dẫn cần thiết khi có yêu cầu.