
DIỄN ĐÀN
CÔNG NGHỆ XI MĂNG TIÊN TIẾN
ADVANCED CEMENT TECHNOLOGY | ACT OCT-2026
CÔNG NGHỆ ĐO KIỂM GIÁM SÁT TOÀN DIỆN, ỨNG DỤNG AI,
CÁCH GIỮ VỆ SINH MÔI TRƯỜNG VÀ GIẢI PHÁP NĂNG LƯỢNG XANH
TRONG SẢN XUẤT XI MĂNG
COMPREHENSIVE MONITORING AND TESTING TECHNOLOGIES, AI APPLICATIONS, ENVIRONMENTAL HYGIENE PRACTICES, AND GREEN ENERGY SOLUTIONS IN CEMENT PRODUCTION
30.10.2026
Thứ Sáu | Friday
Khách sạn Grand Plaza
117 Trần Duy Hưng, Hà Nội

ESTEC

Solution Partner
Automation Drives
SIEMENS

Solution Partner
Digital Industries Software
SIEMENS

Tham luận 6

Tối ưu hóa quy trình sản xuất xi măng bằng AI: Nâng cao độ tin cậy vận hành và hiệu quả sử dụng năng lượng

AI-Driven Cement Process Optimization: Enhancing Operational Reliability and Energy Efficiency



POWER OF ENGINEERING!







CÔNG TY TNHH KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ ĐIỆN TỰ ĐỘNG BIỂN ĐÔNG (ESTEC)

Chúng tôi là nhà cung cấp giải pháp hàng đầu trong lĩnh vực tự động hóa và số hóa cho các ngành công nghiệp tại Việt Nam. ESTEC cung cấp giải pháp trọn gói từ thiết kế, kỹ thuật, lập trình phần mềm, tích hợp hệ thống, cung cấp thiết bị, lắp đặt, kiểm tra, chạy thử, đào tạo và chuyển giao công nghệ.

ESTEC vinh dự được khách hàng tin tưởng thông qua năng lực thực hiện dự án, sự am hiểu công nghệ, đảm bảo chất lượng với khả năng cung cấp giải pháp sáng tạo và dịch vụ chuyên nghiệp. Chúng tôi lấy sức mạnh kỹ thuật và sự thành công của các dự án làm nền tảng cho sự phát triển của công ty!

Truy cập website: estec.vn

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

UKAS MANAGEMENT SYSTEMS

QUACERT JAS-ANZ ISO45001:2018

Copyright @ ESTEC

LĨNH VỰC KINH DOANH

Giải pháp điện, tự động hóa



Dịch vụ công nghiệp





Sản phẩm công nghiệp





Giải pháp đo lường công nghệ

ESTEC Digital

Giải pháp số hóa

Copyright @ ESTEC

VĂN PHÒNG & NHÀ MÁY ESTEC

Hơn 165+ nhân sự
với 80% là kỹ sư & kỹ thuật viên



VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN HÀ NỘI

87 Tô Hiệu, Phường Nghĩa Đô, TP. Hà Nội



NHÀ MÁY SỐ ESTEC ĐÀ NẴNG

Lô A14, Đường số 7, KCN Cao Đà Nẵng, Phường Liên Chiểu, TP. Đà Nẵng



TRỤ SỞ HỒ CHÍ MINH

61 Lê Đức Thọ, Phường Hạnh Thông, TP. Hồ Chí Minh



Copyright @ ESTEC

NHÀ MÁY SỐ - CHI NHÁNH ĐÀ NẴNG

Trung tâm nghiên cứu và phát triển sản phẩm Engineering hub

Trung tâm thực hiện dự án

Trung tâm đào tạo Smart Lab

Xưởng sửa chữa hộp giảm tốc ủy quyền của Flender

Xưởng lắp đặt Tủ điện

















Chế tạo lắp đặt tủ điện hạ thế: MSB, MDB, DB

Chế tạo lắp đặt tủ điều khiển: PLC, MCC

Thực hiện dịch vụ bảo trì và sửa chữa hộp giảm tốc, động cơ giảm tốc

Copyright @ ESTEC

ĐỐI TÁC KINH DOANH

AUTHORIZED PARTNERS



Copyright @ ESTEC

CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI SẢN XUẤT XI MĂNG

Tối ưu vận hành phải đồng thời giải quyết hiệu quả kinh tế và các yêu cầu công nghệ

01 CHI PHÍ NĂNG LƯỢNG

Kiểm soát tiêu hao nhiệt và điện trên một đơn vị sản phẩm.

02 ĐỘ TIN CẬY VẬN HÀNH

Giảm dao động bất thường và hạn chế gián đoạn dây chuyền.

03 BIẾN ĐỘNG CÔNG NGHỆ

Thích ứng với chất lượng nguyên liệu, nhiên liệu và thiết bị.

04 CHẤT LƯỢNG & MÔI TRƯỜNG

Duy trì chất lượng sản phẩm và kiểm soát phát thải.

Copyright @ ESTEC

NHẬN DIỆN TỐI ƯU NĂNG LƯỢNG THEO CÔNG ĐOẠN

Phân biệt bài toán nhiệt năng tại lò nung và điện năng tại khu vực nghiền

NGHIỀN LIỆU	THÁP TRAO ĐỔI NHIỆT	LÒ NUNG + CALCINER	LÀM NGUỘI CLINKER	NGHIỀN XI MĂNG
Điện năng	Nhiệt/khí	Nhiệt năng	Nhiệt/điện	Điện năng

NHIỆT NĂNG RIÊNG

kcal/kg clinker | kg nhiên liệu/tấn clinker

ĐIỆN NĂNG RIÊNG

kWh/tấn liệu hoặc kWh/tấn xi măng

Copyright @ ESTEC

ĐẶC TÍNH PHI TUYẾN VÀ TƯƠNG TÁC ĐA BIẾN CỦA LÒ NUNG

Một hành động điều chỉnh có thể tác động đồng thời đến nhiệt, chất lượng và phát thải



LÒ NUNG: NHIỆT ĐỘ CAO, ĐỘ TRỄ LỚN

NHIÊN LIỆU	Điều kiện cháy và tiêu hao nhiệt
LƯU LƯỢNG GIÓ / O_2	Cân bằng cháy, khí thải
CẤP LIỆU / TỐC ĐỘ LÒ	Thời gian lưu và trao đổi nhiệt
THÀNH PHẦN PHỐI LIỆU	Khả năng nung và chất lượng clinker

=> Điều khiển từng biến riêng lẻ không đủ để tối ưu toàn hệ thống

Copyright @ ESTEC

TỪ TỰ ĐỘNG HÓA TRUYỀN THỐNG ĐẾN VẬN HÀNH ĐƯỢC HỖ TRỢ BẰNG AI

AI / PHÂN TÍCH DỰ BÁO	Dự báo trạng thái; phát hiện bất thường; đề xuất phương án.
APC / MODEL PREDICTIVE CONTROL	Điều khiển đa biến; tôn trọng ràng buộc; tối ưu điểm đặt.
DCS / PLC / PID	Thu thập và xử lý tín hiệu; thực thi vòng điều khiển cơ bản.

VAI TRÒ BỔ TRỢ

AN TOÀN LÀ ƯU TIÊN

Copyright @ ESTEC

TỐI ƯU HÓA ĐỒNG THỜI NHIỀU MỤC TIÊU VẬN HÀNH

01	**ĐỘ ỔN ĐỊNH**	Giảm biến động quá trình
02	**NĂNG LƯỢNG**	Giảm suất tiêu hao
03	**CHẤT LƯỢNG**	Đáp ứng yêu cầu clinker và xi măng
04	**PHÁT THẢI**	Tuân thủ giới hạn cho phép
05	**ĐỘ TIN CẬY**	Hạn chế điều kiện vận hành bất lợi



Cần cân bằng
các mục tiêu và ràng buộc

Copyright @ ESTEC

DỮ LIỆU LÀ NỀN TẢNG CỦA MÔ HÌNH DỰ BÁO VÀ TỐI ƯU HÓA

Ưu tiên dữ liệu có chất lượng, đồng bộ thời gian và phản ánh đúng trạng thái vận hành

1

DỮ LIỆU HIỆN TRƯỜNG

Nhiệt độ, O_2, NOx, tải lò, nhiên liệu, cấp liệu

2

QUẢN TRỊ DỮ LIỆU

OPC UA/DA, lịch sử dữ liệu, xử lý ngoại lệ

3

MÔ HÌNH AI / ML

Dự báo trạng thái, cảm biến mềm, phát hiện bất thường

4

RA QUYẾT ĐỊNH

Khuyến nghị vận hành và tối ưu theo giới hạn

Điều kiện tiên quyết:
Quy chuẩn tín hiệu + xác định chế độ vận hành + kiểm chứng chất lượng dữ liệu

Copyright @ ESTEC

DỰ BÁO ĐẾN KHUYẾN NGHỊ ĐIỀU KHIỂN CÓ RÀNG BUỘC

AI đề xuất hành động, nhưng phải đối chiếu giới hạn công nghệ và kinh nghiệm vận hành

1 **DỰ BÁO**
Xu hướng quá trình

2 **TỐI ƯU**
Tìm điểm đặt

3 **KIỂM TRA**
Ràng buộc thiết bị

4 **KHUYẾN NGHỊ**
Người vận hành xem xét

BIẾN CÓ THỂ ĐIỀU CHỈNH

Tốc độ lò • nhiên liệu • quạt ID • cấp liệu

LỚP KIỂM CHỨNG

Giới hạn kỹ thuật • an toàn • kinh nghiệm

Copyright @ ESTEC

GIẢI PHÁP ĐỀ XUẤT CHO NHÀ MÁY XI MĂNG

Phân định vai trò để lựa chọn phương án triển khai phù hợp với nhu cầu vận hành

01 | SIMATIC APC for Cement

Điều khiển tiên tiến

- MPC: dự báo và tối ưu đa biến.
- Soft Sensor: ước lượng chỉ tiêu công nghệ.
- Kết nối hệ thống điều khiển hiện hữu.

02 | EsKilnMaster

Trợ lý AI cho vận hành

- Giám sát các thông số lò nung.
- Cảnh báo và hỗ trợ phát hiện bất thường.
- Khuyến nghị điều chỉnh, nhận phản hồi.

Hai giải pháp có thể bổ trợ về chức năng; tích hợp kỹ thuật phải được đánh giá và xác nhận theo từng dự án

Copyright @ ESTEC

01 – SIMATIC APC FOR CEMENT
ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH TIÊN TIẾN

Ứng dụng MPC và mô hình quá trình nhằm nâng cao tính ổn định và hiệu quả vận hành



KHU VỰC CÔNG NGHỆ - NGHIỀN

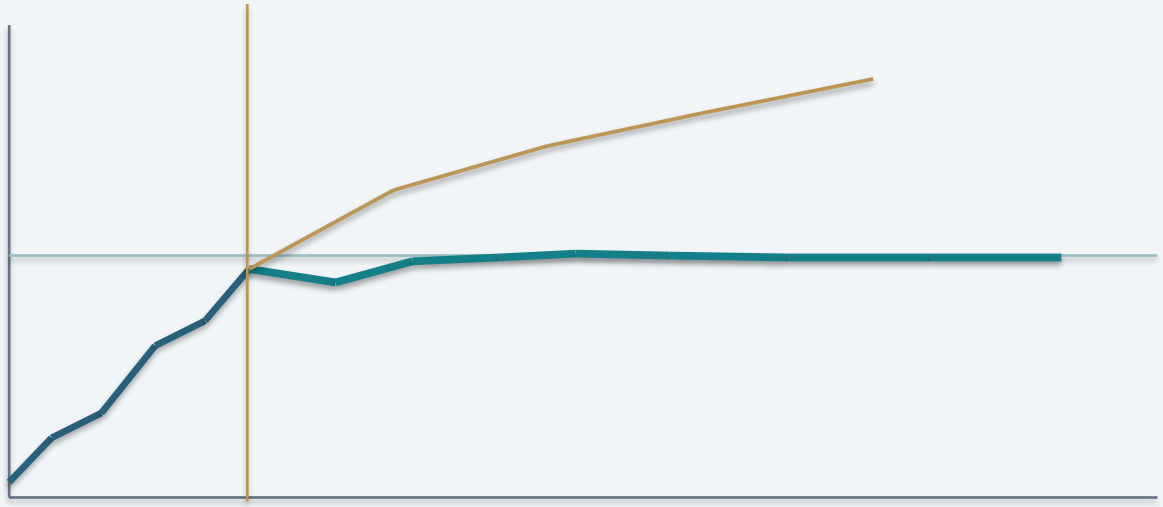
MODEL PREDICTIVE CONTROL	Điều khiển dự báo theo mô hình có ràng buộc.
AI-BASED SOFT SENSOR	Ước lượng đại lượng khó đo trực tuyến.
REAL-TIME OPTIMIZATION	Tìm điểm vận hành phù hợp theo mục tiêu.
KHẢ NĂNG TÍCH HỢP	Tương tác với hệ thống OT/điều khiển.

Copyright @ ESTEC

NGUYÊN LÝ MPC: DỰ BÁO - TỐI ƯU - CẬP NHẬT LIÊN TỤC

Cải thiện điều khiển các quá trình có nhiều biến tương tác và giới hạn vận hành

MINH HỌA NGUYÊN LÝ



Thời gian → | Đường xanh: đáp ứng được tối ưu

01 | DỰ BÁO

Ước lượng đáp ứng tương lai.

02 | TỐI ƯU

Tính biến điều khiển theo hàm mục tiêu.

03 | CẬP NHẬT

Nhận dữ liệu mới và tính toán lại.

Copyright @ ESTEC

ỨNG DỤNG ĐIỂN HÌNH - TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH NGHIỀN

Kết hợp cảm biến mềm AI và MPC để ổn định chất lượng, hướng tới giảm điện năng riêng

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ PHỐI HỢP ĐIỀU KHIỂN



Cân bằng năng suất, chất lượng và năng lượng

ĐẦU VÀO MÔ HÌNH — Tốc độ phân ly, liệu cấp, công suất nghiền, tải gầu nâng, nhiệt độ.

SOFT SENSOR — Dự báo độ mịn hoặc chỉ tiêu chất lượng cần quan tâm.

MPC — Điều chỉnh điểm đặt để cân bằng năng suất, chất lượng và điện năng.

Chỉ tiêu kiểm chứng: kWh/tấn sản phẩm đạt chuẩn

Copyright @ ESTEC

02 – EsKilnMaster
TRỢ LÝ VẬN HÀNH THÔNG MINH ỨNG DỤNG AI/ML

Hỗ trợ nhận biết trạng thái lò nung, cảnh báo và đề xuất hành động cho người vận hành

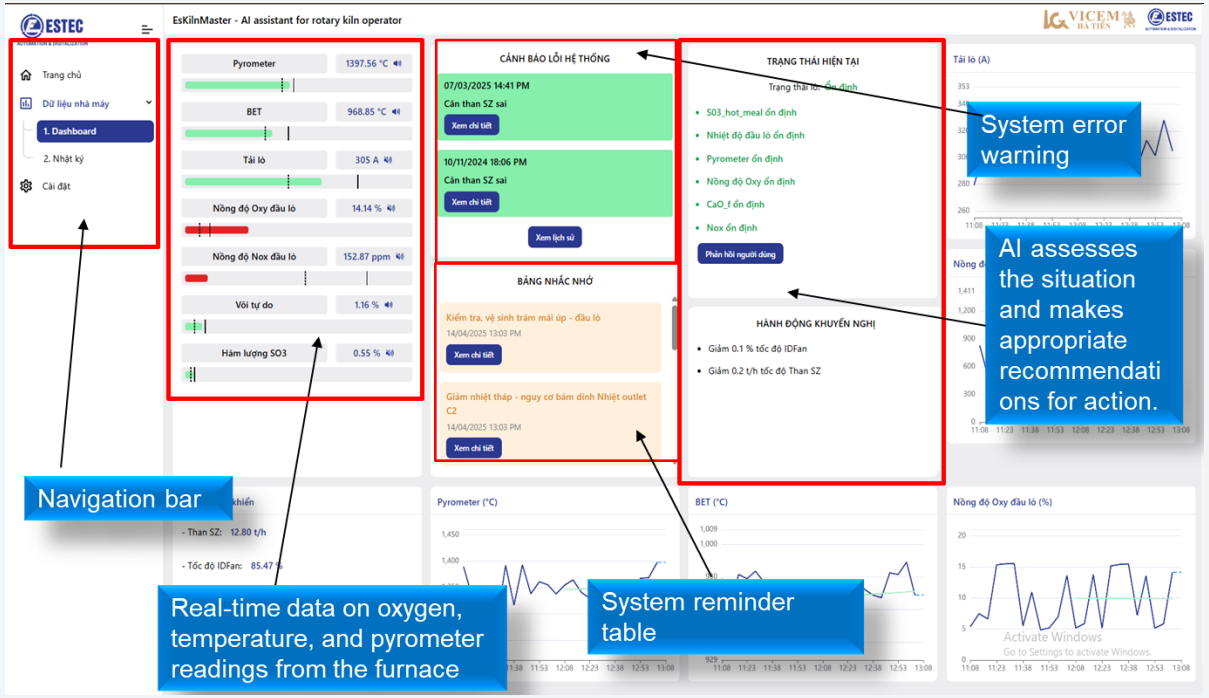


GIÁM SÁT THỜI GIAN THỰC	Tập trung các thông số then chốt của lò nung.
PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG	Thông báo trạng thái và cảnh báo sớm.
DỰ BÁO - KHUYẾN NGHỊ	Gợi ý thay đổi vận hành dựa trên phân tích dữ liệu.
HỖ TRỢ ĐÀO TẠO	Chuẩn hóa thông tin và hỗ trợ tích lũy kinh nghiệm.

Copyright @ ESTEC

GIAO DIỆN VẬN HÀNH
THEO DÕI - PHÁT HIỆN - KHUYẾN NGHỊ

Cụ thể hóa dữ liệu quá trình thành thông tin hành động đối với kíp vận hành



TRẠNG THÁI

Ổn định / bất thường

CẢNH BÁO

Ngưỡng và sự kiện cần chú ý

KHUYẾN NGHỊ

Gợi ý điều chỉnh thông số

NHẬT KÝ

Lưu lại lịch sử và phản hồi

Hình trích từ tài liệu giới thiệu giải pháp; giao diện có thể được cấu hình theo nhà máy.

Copyright @ ESTEC

VÒNG PHẢN HỒI GIỮA AI VÀ CHUYÊN GIA VẬN HÀNH

Con người tiếp tục giữ vai trò kiểm chứng và cải thiện chất lượng khuyến nghị

01

AI DỰ BÁO

Nhận dạng xu hướng

02

KHẲNG ĐỊNH THỰC TẾ

Người vận hành đánh giá

03

PHẢN HỒI

Lưu kết quả, hoàn cảnh

04

CẢI THIỆN

Rà soát mô hình và quy tắc

Cơ chế phản hồi có giám sát giúp giảm lệch mô hình và bảo tồn tri thức vận hành tích lũy.

Copyright @ ESTEC

LỘ TRÌNH TRIỂN KHAI THÍ ĐIỂM THEO BỐN GIAI ĐOẠN

Ưu tiên dự án có dữ liệu sẵn có, bài toán rõ ràng và cơ chế kiểm chứng độc lập

01

KHẢO SÁT & XÁC ĐỊNH BASELINE

Đánh giá tín hiệu, chất lượng dữ liệu, xác lập KPI nền.

02

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Thu thập lịch sử, huấn luyện, kiểm chứng ngoại tuyến.

03

VẬN HÀNH CÓ GIÁM SÁT

Chạy chế độ khuyến nghị, đánh giá và tối ưu cấu hình.

04

MỞ RỘNG CÓ KIỂM SOÁT

Đánh giá hiệu quả, rà soát an toàn, chuẩn hóa và nhân rộng.

Copyright @ ESTEC

TRAO ĐỔI – THẢO LUẬN

Copyright @ ESTEC

ESTEC
AUTOMATION & DIGITALIZATION

Thank you



Head office: 61 Le Duc Tho Street, Hanh Thong Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam
Factory: Block A14, Road 7, Hightech Park, Lien Chieu Ward, Da Nang City, Vietnam
Representation office: 87 To Hieu Street, Nghia Do Ward, Ha Noi City, Vietnam
T (+848) 5446 4649 F (+848) 5446 4648 Website: biendongco.vn; estec.vn

DIGITIZING THE UNIVERSE