**EtherCAT Simulation**

|  |  |
| --- | --- |
|  | 作者：崔维涛  职务：风电 技术工程师  邮箱：w.cui@beckhoff.com.cn  日期：2021-07-06 |
| **摘 要：**  EtherCAT Simulation可仿真EtherCAT网段。 可以导出已创建的真实I / O配置，并且可以将其作为“ EtherCAT Simulation”设备导入到第二个系统中。 因此，可以在该系统上获得镜像的过程映像，该映像可以与相应的TwinCAT模块链接（例如，以IEC 61131-3语言编写或从Matlab®/Simulink®生成）。如果现在两个系统上都启动了TwinCAT实时系统，则可以进行HIL仿真，而无需修改原始项目即可实现。 | |
| **附 件：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序 号 | 文件名 | 备注 | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | | |
| **历史版本：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | | |
| **免责声明：**  我们已对本文档描述的内容做测试。但是差错在所难免，无法保证绝对正确并完全满足您的使用需求。本文档的内容可能随时更新，如有改动，恕不事先通知，也欢迎您提出改进建议。 | |
| **参考信息：** | |

目 录

[1. 使用要求 4](#_Toc80185438)

[2. 基本原理 4](#_Toc80185439)

[3. 具体实现 4](#_Toc80185440)

[3.1. 目标 4](#_Toc80185441)

[3.2. 硬件配置 5](#_Toc80185442)

[3.3. 风机模型与主控模型间的数据交互 5](#_Toc80185443)

[3.4. 使用TcWindTemplate实现风机主控配置及代码 5](#_Toc80185444)

[3.4.1. 添加硬件配置 5](#_Toc80185445)

[3.4.2. 添加通讯协议 8](#_Toc80185446)

[3.4.3. 修改代码 11](#_Toc80185447)

[3.5. 导出EtherCAT配置 12](#_Toc80185448)

[3.6. 使用TcWindTemplate实现风机仿真模型代码 13](#_Toc80185449)

[3.6.1. 添加EtherCAT Simulation 13](#_Toc80185459)

[3.6.2. 修改代码 17](#_Toc80185460)

[3.7. 运行效果 21](#_Toc80185461)

[4. EtherCAT报文故障仿真 21](#_Toc80185462)

[4.1. Lost Frames故障仿真 22](#_Toc80185463)

[4.2. Link Lost故障仿真 23](#_Toc80185464)

[4.3. Working Counter Error故障仿真 24](#_Toc80185465)

[5. Hot Connect仿真 25](#_Toc80185466)

[6. 关于Settings选项卡（CU2508的使用） 26](#_Toc80185467)

[7. PLC接口 26](#_Toc80185468)

[8. 关于2nd. Adapter选项卡 27](#_Toc80185469)

[9. 参考文档 29](#_Toc80185470)

# 使用要求

安装：自Tc3.1 4018.0之后，TwinCAT的安装包中已经包含了EtherCAT Simulation，因此不需要额外安装。

授权：工程师授权（TE1111）。不能使用7天临时授权，但是可以演示（无授权要求）运行。在演示运行条件下，仿真的I/O会在30分钟后停止输出。

# 基本原理

图表, 瀑布图

描述已自动生成

上图中左侧为实际使用的控制器（实际IO可不带），里面运行现场实际运行程序；右侧为仿真用控制器，控制器内使用EtherCAT Simulation来仿真左侧的真实IO，仿真程序需要客户自行开发；两控制器之间使用网线连接，最终达到对现场实际使用的程序及配置的测试。

由于不应更改要测试的控制系统的项目，因此EtherCAT仿真设备将不同步运行。 这意味着，由于香农定理（采样定理），驱动模拟设备的任务必须以两倍的速度运行。 在标准IPC硬件上，仿真设备的最短循环时间目前为50µs。 因此，可以在100µs的周期时间内对要测试的控制系统进行HIL仿真。

# 具体实现

## 目标

使用TcWindTemplat实现风机模型，具体功能如下：

1. 给出风速风向；
2. 实现风机模型仿真：根据桨叶角度给定反馈风机实际桨叶角度，并给出相应的主轴、发电机转速；根据转矩给定反馈风机实际转矩、功率；根据偏航给定的偏航速度反馈当前相对风向。

注：目前相当于实现最小风机仿真系统，风机的各子系统的仿真功能并未实现。

## 硬件配置

主控仿真：使用虚拟机，win7 32，Tc3 4024.7，TcWind 3.1.2.11

风机仿真：使用虚拟机，win7 32，Tc3 4024.7，TcWind 3.1.2.11

注：本次测试的虚拟都在同一台PC上。

## 风机模型与主控模型间的数据交互

图表, 漏斗图

描述已自动生成

## 使用TcWindTemplate实现风机主控配置及代码

### 添加硬件配置

（1）在IO配置中增加EtherCAT总线：

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

（2）根据硬件平台添加Ebus主站设备：因为使用了PC上的虚拟机，所以这里选择了耦合器EK1100。如果硬件平台是CX系列嵌入式PC，这里就要选择EK1200-5000。

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

（3）添加IO模块：本次项目添加了EL6751\*2，分别对应变流及变桨通讯；EL3054对应风速风向测量；EL3453对应电网参数测量；EL5151对应主轴/发电机转速测量；EL5001对应扭缆角度测量。

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

### 添加通讯协议

（1）添加CANopen总线及变流通讯协议：导入具体设备的EDS文件或手动添加PDO

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

（2）添加CANopen总线及变桨通讯协议：导入具体设备的EDS文件或手动添加PDO

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

（3）添加偏航通讯协议：导入具体设备的EDS文件或手动添加PDO

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

### 修改代码

在TcWindTemplate中已经包含了风机控制策略，这里可以直接按原有代码运行，无需改变。只需要在子系统中声明与IO过程映像区对应的变量即可。

文本

低可信度描述已自动生成

## 导出EtherCAT配置

在主控代码的工程中导出IO配置

图形用户界面, 表格

描述已自动生成

**注意：每次修改了主控的硬件配置，都需要重新导出此配置文件。**

## 使用TcWindTemplate实现风机仿真模型代码



### 添加EtherCAT Simulation

**添加EtherCAT Simulation**

图形用户界面, 文本

描述已自动生成

图形用户界面, 应用程序, Word

描述已自动生成

**选择网卡：**由于本文采用的是虚拟机作为仿真控制器，为完成EtherCAT通讯需要选择一块RT网卡，具体如下。

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

**导入实际IO配置文件**

图形用户界面, 文本, 应用程序, 电子邮件

描述已自动生成

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

**最终效果**

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

### 修改代码

在TcWindTemplate中已经包含了风机模型，这里可以直接按原有代码运行，无需改变。只需要在子系统中声明与IO过程映像区对应的变量即可。

图形用户界面

中度可信度描述已自动生成

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

图片包含 图形用户界面

描述已自动生成

这些IO变量最终需要和EtherCAT Simulation中的IO变量链接，如下图所示

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

## 运行效果

表格

描述已自动生成

# EtherCAT报文故障仿真

EtherCAT Simulation提供3种EtherCAT通讯的故障仿真：Lost Frames，Link Lost，Working Counter Error。如下图所示。

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

## Lost Frames故障仿真

1. 在EtherCAT Simulation设备中，找到Fault Simulation选项卡；
2. 在Lost Frames下的Count of输入要丢失的帧数，如果持续丢失，则勾选infinite；
3. 点击Start启动故障仿真，点击Stop停止故障仿真。

测试如下

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

图形用户界面

中度可信度描述已自动生成

## Link Lost故障仿真

1. 在EtherCAT Simulation设备中，找到Fault Simulation选项卡；
2. 在Link Lost下的Count of输入要丢失的帧数，如果持续丢失，则勾选infinite；

——这个数值可以理解为故障的仿真时间。在这个计数内，故障是持续的，计数结束则故障现象消失。

1. 在Slave中选择需要进行Link Lost故障仿真的模块；
2. 点击Start启动故障仿真，点击Stop停止故障仿真。

测试如下

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

表格

中度可信度描述已自动生成

## Working Counter Error故障仿真

1. 在EtherCAT Simulation设备中，找到Fault Simulation选项卡；
2. 在Working Counter Error下的Count of输入要丢失的帧数，如果持续丢失，则勾选infinite；

——这个数值可以理解为故障的仿真时间。在这个计数内，故障是持续的，计数结束则故障现象消失。

1. 在Logical中选择需要进行Working Counter Error故障仿真的模块；
2. 在new WC中设置需要进行Working Counter Error故障仿真的模块的WC值；
3. 点击Start启动故障仿真，点击Stop停止故障仿真。

测试如下

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

图形用户界面

描述已自动生成

# Hot Connect仿真

在Feature Simulation选项卡内，可以进行Hot Connect仿真

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

1. 在Hot Connect中选择已经设置的设备；
2. 点击Disonnect，设备拔出，点击Connect，设备插回。

# 关于Settings选项卡（CU2508的使用）

CU2508只能使用于EtherCAT主站侧，不能用于仿真侧，因此其使用上有如下注意事项：

（1）TwinCAT版本 < TwinCAT 3.1.4024时，在Settings选项卡中的using CU25xx必须勾选

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

（2）TwinCAT版本 > TwinCAT 3.1.4024时，TwinCAT会自动识别CU2508，因此上述选项可以不必勾选。

# PLC接口

上述EtherCAT报文故障仿真及Hot Connect仿真也可以通过PLC发送ADS报文实现，这样就可以实现自动化的测试。

使用ADS写命令，NetID为EtherCAT Simulation Device（图中的Device2 （EtherCAT Simulation））的NetID，具体报文格式要求如下。

1. Lost Frames故障仿真

Index-Group: 0x0100

Index offset: 0x0001

Data——Lost Frames下的Count of

4 byte counter in which it is specified how many frames are to be omitted. 0xFFFFFFFF means infinite

1. Link Lost故障仿真

Index-Group: 0x0100

Index offset: 0x0002

Data——Link Lost下的Count of

4 byte counter in which it is specified how many frames are to be omitted. 0xFFFFFFFF means infinite

1. Working Counter Error故障仿真

Index-Group: 0x0100

Index offset: 0x0003

Data: a total of 10 bytes:

▪4 byte counter in which it is specified how many frames are to be omitted. 0xFFFFFFFF means infinite（Working Counter Error下的Count of）

▪4 byte logical address. This addresses the telegram which is to be manipulated（Logical中选择需要进行Working Counter Error故障仿真的模块）

▪2 bytes of new working counter. This value is then entered into the telegram（new WC中设置需要进行Working Counter Error故障仿真的模块的WC值）

1. Hot Connect仿真

Defined index groups:

Disconnect Device: 0x0010

Connect Device: 0x0011

Index offsets to be used:

The high word must be 0.

The low word contains the Identification Value (Hot Connect ID) of the device you want to connect or disconnect.

# 关于2nd. Adapter选项卡

EtherCAT Simulation可实现真实从站和虚拟从站的混合。 例如，这可以用于逐步使机器/工厂投入运行。 下图示意性地说明了这一点。

图表, 瀑布图

中度可信度描述已自动生成

对于混合运行，在仿真IPC上需要2个空闲的网口。 第一个接口用作EtherCAT Simulation 设备，并通过EtherCAT电缆连接到控制计算机。 可以在EtherCAT仿真设备的“Adapter”选项卡中进行设置（Adapter选项卡）。

为了与实际的现有从站进行连接，使用了EtherCAT仿真设备上的第二个网口（选项卡2nd Adapter）。 选择方式与第一个适配器相同。

注意：

1. 仿真IPC的第一个网口只能用于EtherCAT Simulation，不能添加实际设备；
2. 仿真IPC的第二个网口只能用于连接实际设备，不能存在仿真导入的配置；
3. 每个网口的网卡必须选择好。

# 参考文档

倍福帮助文档

日程表

描述已自动生成

**上海（ 中国区总部）**

中国上海市静安区汶水路 299 弄 9号（市北智汇园）

电话: 021-66312666

**北京分公司**

北京市西城区新街口北大街 3 号新街高和大厦 407 室

电话: 010-82200036 邮箱: beijing@beckhoff.com.cn

**广州分公司**

广州市天河区珠江新城珠江东路16号高德置地G2603 室

电话: 020-38010300/1/2 邮箱: guangzhou@beckhoff.com.cn

**成都分公司**

成都市锦江区东御街18号 百扬大厦2305 房

电话: 028-86202581 邮箱: chengdu@beckhoff.com.cn

|  |  |
| --- | --- |
| 请用微信扫描二维码  通过公众号与技术支持交流 | 倍福官方网站：  https://www.beckhoff.com.cn  在线帮助系统：  https://infosys.beckhoff.com/index\_en.htm |
| 倍福虚拟学院：  https://tr.beckhoff.com.cn/ |
| 招贤纳士：job@beckhoff.com.cn  技术支持：support@beckhoff.com.cn  产品维修：service@beckhoff.com.cn  方案咨询：sales@beckhoff.com.cn |
|  |