

# Báo cáo ROS giữa kỳ

Họ và tên: Nguyễn Văn Diên

MSV: 22027541

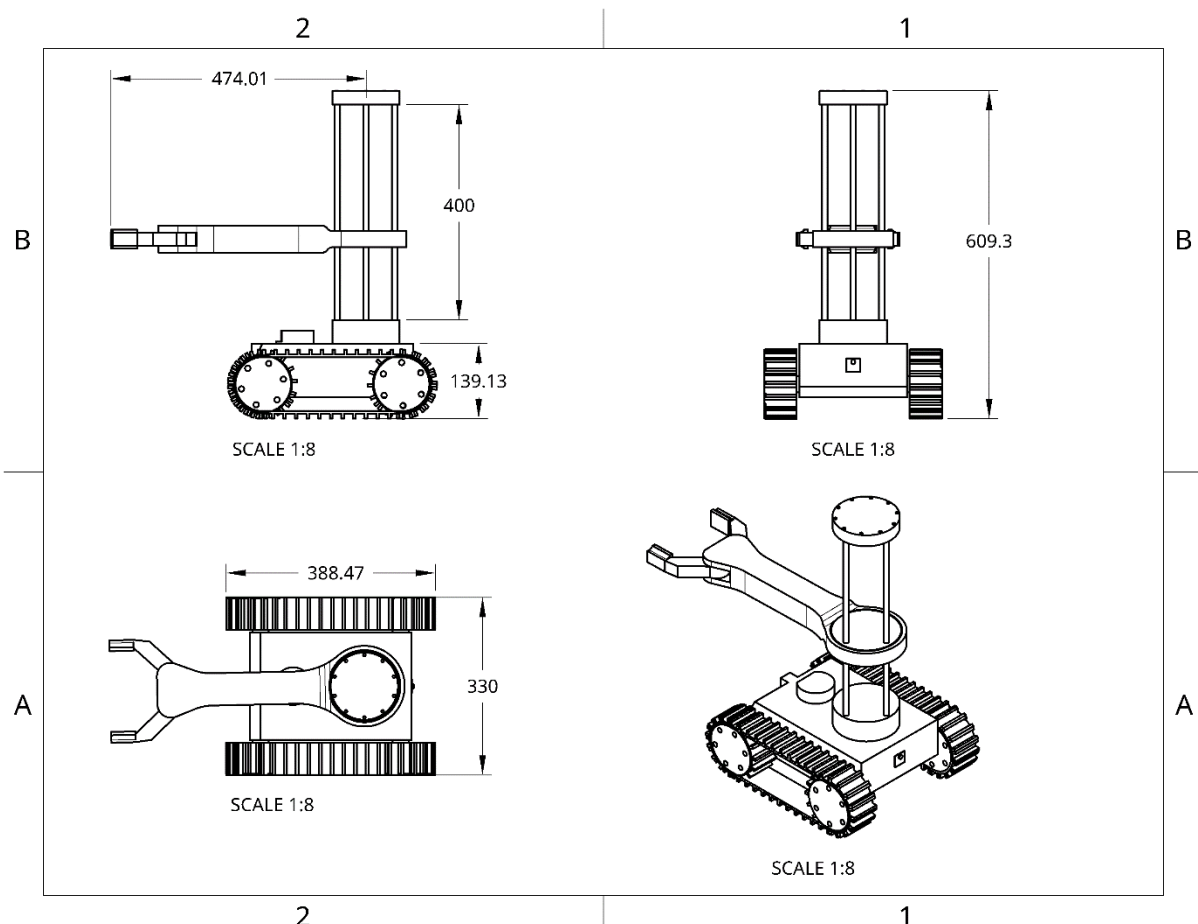
## 1. Dạng robot, động học, kích thước

### a. Dạng robot

- Loại di chuyển: Bánh xích
- Tay máy (khớp 1): Tịnh tiến
- Tay máy (khớp 2): Xoay
- Cảm biến: LIDAR, Camera, Encoder

### b. Động học

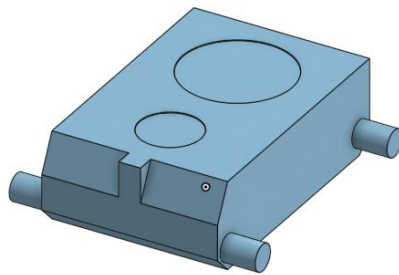
- Cách di chuyển: Di chuyển tiến lùi, quay trái, quay phải
- Bậc tự do:
- Kích thước:
  - Thân xe:
    - Chiều dài: 388.47 mm
    - Chiều rộng: 330 mm
    - Chiều cao: 139.13 mm
  - Tay máy:
    - Khớp tịnh tiến: 400 mm
    - Khớp xoay: 474.01 mm



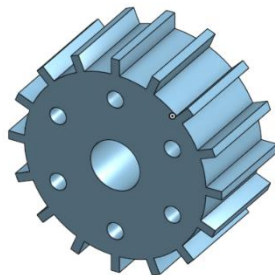
Hình 1. Bản vẽ robot

## 2. Thiết kế, cách đặt hệ trục tọa độ

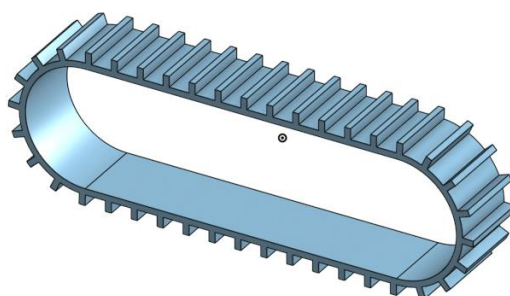
### a. Thiết kế Onshape



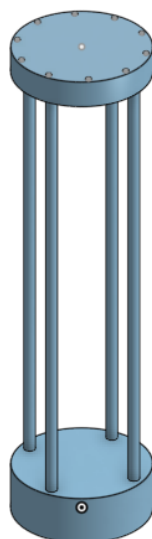
Hình 2. Thân xe



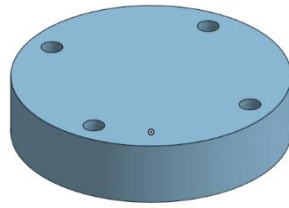
Hình 3. Bánh xe



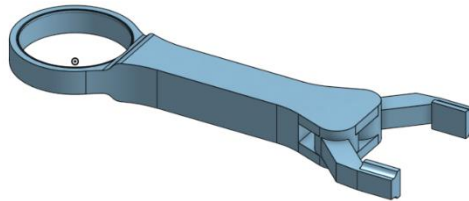
Hình 4. Xích



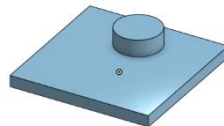
Hình 5. Khâu 1



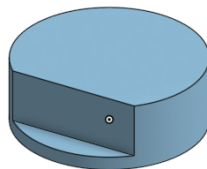
Hình 6. Khớp



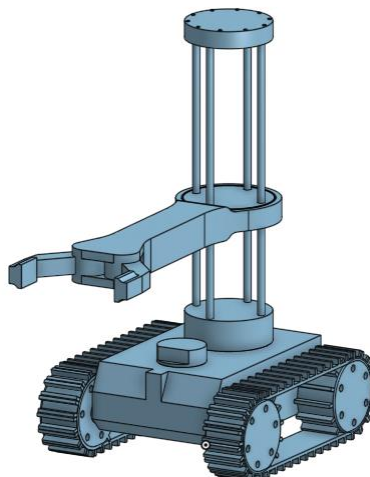
Hình 7. Khâu 2



Hình 8. Camera



Hình 9. LIDAR



## Hình 10. Robot

### b. Đặt hệ trục tọa độ

- Hệ trục tọa độ có gốc tại trung tâm hình học của robot. Trục x hướng về phía trước của robot, trục y hướng sang trái, trục z hướng lên trên.
- Mỗi bánh xe có hệ tọa độ riêng với gốc tại tâm bánh, trục z trùng với trục quay của bánh.

## 3. Mô tả file xacro, liên kết của các link, các cảm biến, mô tả Gazebo

### a. Mô tả file xacro

- Gồm 8 file xacro trong thư mục description:
  - o arm\_controller.xacro: Điều khiển tay máy

```
<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="arm_controller">
  <!-- Plugin điều khiển Gazebo ROS Control -->
  <plugin name="arm_control" filename="libgazebo_ros_control.so">
    <!-- Không gian tên gốc cho robot -->
    <robotNamespace></robotNamespace>
  </plugin>

  <!-- Định nghĩa truyền động cho khớp dưới với động cơ lower_motor -->
  <xacro:arm_transmission joint_name="khop_joint" actuator_name="lower_motor"/>
  <!-- Định nghĩa truyền động cho khớp trên với động cơ upper_motor -->
  <xacro:arm_transmission joint_name="khau_2_joint" actuator_name="upper_motor"/>
</robot>
```

### o base\_controller.xacro: Điều khiển robot

```
<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="base_controller">
  <gazebo>
    <!-- Plugin để tích hợp ROS Control vào Gazebo cho điều khiển base -->
    <plugin name="base_control" filename="libgazebo_ros_control.so">
      <!-- Không gian tên gốc, sử dụng khi không cần phân biệt nhiều robot -->
      <robotNamespace></robotNamespace>
    </plugin>
  </gazebo>

  <!-- Truyền động cho bánh xe 4, sử dụng động cơ trái 1 -->
  <xacro:base_transmission joint_name="banh_xe_4_joint" actuator_name="left_wheel_motor_1"/>
  <!-- Truyền động cho bánh xe 3, sử dụng động cơ trái 2 -->
  <xacro:base_transmission joint_name="banh_xe_3_joint" actuator_name="left_wheel_motor_2"/>
  <!-- Truyền động cho bánh xe 2, sử dụng động cơ phải 1 -->
  <xacro:base_transmission joint_name="banh_xe_2_joint" actuator_name="right_wheel_motor_1"/>
  <!-- Truyền động cho bánh xe 1, sử dụng động cơ phải 2 -->
  <xacro:base_transmission joint_name="banh_xe_1_joint" actuator_name="right_wheel_motor_2"/>
</robot>
```

### o camera.xacro: Cấu hình camera

```

<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="camera">
  <!-- Định nghĩa link camera với thông số vị trí, quán tính và màu sắc -->
  <xacro:link link_name="camera"
    x1="5.48234e-19" y1="-0.000645903" z1="-0.00126913" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.00147364"
    ixx="7.56624e-08" ixy="0" ixz="0" iyy="7.05662e-08" iyz="-2.12341e-09" izz="1.43344e-07"
    r="0" g="1.0" b="0" a="1.0" <!-- Màu xanh lá cây (RGB: 0, 1, 0) với độ trong suốt 1.0 -->
    x2="1.9877e-18" y2="0" z2="0" roll2="3.14159" pitch2="0" yaw2="0"/>

  <!-- Link quang học của camera, không có thuộc tính vật lý cụ thể -->
  <link name="camera_optical"/>

  <!-- Thuộc tính Gazebo cho link camera: vật liệu và ma sát -->
  <xacro:gazebo reference="camera" material="Gazebo/Green" mu1="0.2" mu2="0.2"/>

  <!-- Cấu hình cảm biến camera trong Gazebo cho link camera_optical -->
  <gazebo reference="camera_optical">
    <sensor name="camera" type="camera">
      <!-- Tần suất cập nhật dữ liệu camera: 30 Hz -->
      <update_rate>30.0</update_rate>
      <camera>
        <!-- Góc nhìn ngang của camera: ~80 độ -->
        <horizontal_fov>1.3962634</horizontal_fov>
        <image>
          <!-- Độ phân giải ảnh: 1000x1000 pixel, định dạng RGB -->
          <width>1000</width>
          <height>1000</height>
          <format>R8G8B8</format>
        </image>
        <clip>
          <!-- Khoảng cách gần và xa của camera -->
          <near>0.02</near>
          <far>300</far>
        </clip>
        <noise>
          <!-- Nhiễu Gaussian với độ lệch chuẩn 0.007 -->
          <type>gaussian</type>
          <mean>0.0</mean>
          <stddev>0.007</stddev>
        </noise>
      </camera>
    </sensor>

    <!-- Plugin điều khiển camera trong Gazebo -->
    <plugin name="camera_controller" filename="libgazebo_ros_camera.so">
      <alwaysOn>true</alwaysOn> <!-- Camera luôn bật -->
      <updateRate>0.0</updateRate> <!-- Tần suất cập nhật do sensor quyết định -->
      <cameraName>camera_pi</cameraName> <!-- Tên camera trong ROS -->
      <imageTopicName>image_raw</imageTopicName> <!-- Topic xuất bản ảnh thô -->
      <cameraInfoTopicName>camera_info</cameraInfoTopicName> <!-- Topic xuất bản thông tin camera -->
      <frameName>camera_optical</frameName> <!-- Khung tham chiếu của camera -->
      <hackBaseline>0.07</hackBaseline> <!-- Khoảng cách baseline (giả lập stereo nếu cần) -->
      <!-- Các tham số méo ống kính, hiện tại không áp dụng -->
      <distortionK1>0.0</distortionK1>
      <distortionK2>0.0</distortionK2>
      <distortionK3>0.0</distortionK3>
      <distortionT1>0.0</distortionT1>
      <distortionT2>0.0</distortionT2>
    </plugin>
  </gazebo>

  <!-- Khớp cố định gắn camera vào base_link -->
  <xacro:joint joint_name="camera_joint" type="fixed"
    x1="0.151437" y1="3.96457e-17" z1="0.0991321" roll1="-1.5708" pitch1="0" yaw1="1.5708"
    parent_link="base_link"
    child_link="camera"/>

  <!-- Khớp cố định giữa camera và khung quang học -->
  <xacro:joint joint_name="camera_optical_joint" type="fixed"
    x1="0" y1="0" z1="0" roll1="1.5708" pitch1="1.5708" yaw1="0"
    parent_link="camera"
    child_link="camera_optical"/>
</robot>

```

○ encoder.xacro: Cấu hình encoder

```
<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="encoder">
  <gazebo>
    <!-- Plugin điều khiển robot dạng differential drive trong Gazebo -->
    <plugin name="differential_drive_controller" filename="libgazebo_ros_diff_drive.so">
      <!-- Tần suất cập nhật của plugin: 100 Hz -->
      <updateRate>100</updateRate>
      <!-- Khớp bánh xe trái -->
      <leftJoint>left_wheel_joint</leftJoint>
      <!-- Khớp bánh xe phải -->
      <rightJoint>right_wheel_joint</rightJoint>
      <!-- Khoảng cách giữa hai bánh xe: 0.135 m -->
      <wheelSeparation>0.135</wheelSeparation>
      <!-- Đường kính bánh xe: 0.129 m -->
      <wheelDiameter>0.129</wheelDiameter>
      <!-- Mô-men xoắn tối đa của bánh xe: 20 Nm -->
      <wheelTorque>20</wheelTorque>
      <!-- Topic nhận lệnh vận tốc (twist) từ ROS -->
      <commandTopic>cmd_vel</commandTopic>
      <!-- Topic xuất bản dữ liệu odometry -->
      <odometryTopic>odom</odometryTopic>
      <!-- Khung tham chiếu cho odometry -->
      <odometryFrame>odom</odometryFrame>
      <!-- Khung tham chiếu của robot (thường là thân robot) -->
      <robotBaseFrame>base_link</robotBaseFrame>
      <!-- Xuất bản trạng thái khớp bánh xe lên ROS -->
      <publishWheelJointState>true</publishWheelJointState>
    </plugin>
  </gazebo>
</robot>
```

## o lidar.xacro: Cấu hình LIDAR

```
<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="lidar">
  <!-- Định nghĩa link cho LiDAR với thông số vị trí, quán tính và màu sắc -->
  <xacro:link link_name="lidar"
    x1="0.00218942" y1="-6.24511e-05" z1="-0.0123115" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.0941187" <!-- Khối lượng của LiDAR: 0.094 kg -->
    ixx="3.50951e-05" ixy="-1.59755e-07" ixz="5.54001e-07" iyy="2.9499e-05" iyz="-1.58024e-08" izz="5.46193e-05"
    r="0" g="0" b="0" a="1.0" <!-- Màu đen (RGB: 0, 0, 0) với độ trong suốt 1.0 -->
    x2="-1.249e-16" y2="2.23093e-17" z2="0" roll2="3.14159" pitch2="0" yaw2="-0.0285163"/>

  <!-- Cấu hình Gazebo cho link LiDAR: vật liệu, ma sát và cảm biến -->
  <gazebo reference="lidar">
    <material>Gazebo/Black</material> <!-- Vật liệu màu đen trong Gazebo -->
    <mu1>0.2</mu1> <!-- Hệ số ma sát 1 -->
    <mu2>0.2</mu2> <!-- Hệ số ma sát 2 -->

    <!-- Cảm biến tia (ray) cho LiDAR -->
    <sensor name="laser" type="ray">
      <visualize>true</visualize> <!-- Hiển thị tia quét trong Gazebo -->
      <update_rate>30</update_rate> <!-- Tần suất cập nhật: 30 Hz -->
      <ray>
        <scan>
          <horizontal>
            <samples>360</samples> <!-- Số mẫu quét: 360 (quét toàn vòng) -->
            <resolution>1</resolution> <!-- Độ phân giải góc: 1 độ/mẫu -->
            <min_angle>0</min_angle> <!-- Góc quét tối thiểu: 0 radian -->
            <max_angle>6.28319</max_angle> <!-- Góc quét tối đa: 2π radian (360 độ) -->
          </horizontal>
        </scan>
        <range>
          <min>0.12</min> <!-- Khoảng cách tối thiểu: 0.12 m -->
          <max>10</max> <!-- Khoảng cách tối đa: 10 m -->
          <resolution>0.015</resolution> <!-- Độ phân giải khoảng cách: 0.015 m -->
        </range>
      </ray>
      <!-- Plugin tích hợp LiDAR với ROS -->
      <plugin name="laser_controller" filename="libgazebo_ros_laser.so">
        <topicName>scan</topicName> <!-- Topic xuất bản dữ liệu quét -->
        <frameName>lidar</frameName> <!-- Khung tham chiếu của LiDAR -->
        <gaussianNoise>0.01</gaussianNoise> <!-- Nhiễu Gaussian với độ lệch chuẩn 0.01 -->
      </plugin>
    </sensor>
  </gazebo>

  <!-- Khớp cố định gắn LiDAR vào base_link -->
  <xacro:joint joint_name="lidar_joint" type="fixed"
    x1="-0.0675634" y1="4.37765e-17" z1="0.138132" roll1="3.14159" pitch1="0" yaw1="0"
    parent_link="base_link"
    child_link="lidar"/>
</robot>
```

o macros.xacro: Gồm các macro tạo sẵn

```
<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="macros">
  <!-- Macro định nghĩa một link với quán tính, hình học và màu sắc -->
  <xacro:macro name="link" params="link_name
                                x1 y1 z1 roll1 pitch1 yaw1
                                mass
                                ixx ixy ixz iyy iyz izz
                                r g b a
                                x2 y2 z2 roll2 pitch2 yaw2">

    <link name="${link_name}">
      <inertial>
        <!-- Vị trí và hướng của khối lượng quán tính -->
        <origin xyz="${x1} ${y1} ${z1}" rpy="${roll1} ${pitch1} ${yaw1}"/>
        <mass value="${mass}"/> <!-- Khối lượng của link -->
        <!-- Ma trận quán tính -->
        <inertia ixx="${ixx}" ixy="${ixy}" ixz="${ixz}" iyy="${iyy}" iyz="${iyz}" izz="${izz}"/>
      </inertial>
      <visual>
        <!-- Vị trí và hướng của hình học hiển thị -->
        <origin xyz="${x2} ${y2} ${z2}" rpy="${roll2} ${pitch2} ${yaw2}"/>
        <geometry>
          <!-- Tập lưới STL cho hình học -->
          <mesh filename="package://xe_tang/meshes/${link_name}.stl"/>
        </geometry>
        <material name="${link_name}_material">
          <!-- Màu sắc RGBA của link -->
          <color rgba="${r} ${g} ${b} ${a}"/>
        </material>
      </visual>
      <collision>
        <!-- Vị trí và hướng của hình học va chạm -->
        <origin xyz="${x2} ${y2} ${z2}" rpy="${roll2} ${pitch2} ${yaw2}"/>
        <geometry>
          <!-- Tập lưới STL cho va chạm -->
          <mesh filename="package://xe_tang/meshes/${link_name}.stl"/>
        </geometry>
      </collision>
    </link>
  </xacro:macro>

  <!-- Macro định nghĩa một khớp với loại, vị trí và giới hạn (nếu có) -->
  <xacro:macro name="joint" params="joint_name type
                                x1 y1 z1 roll1 pitch1 yaw1
                                parent_link
                                child_link
                                x2:=0 y2:=0 z2:=0
                                effort:=0 velocity:=0 lower:=0 upper:=0">

    <joint name="${joint_name}" type="${type}">
      <!-- Vị trí và hướng của khớp -->
      <origin xyz="${x1} ${y1} ${z1}" rpy="${roll1} ${pitch1} ${yaw1}"/>
      <parent link="${parent_link}"/> <!-- Link cha -->
      <child link="${child_link}"/> <!-- Link con -->
      <!-- Nếu là khớp quay hoặc tịnh tiến, thêm trục và giới hạn -->
      <xacro:if value="${type == 'revolute' or type == 'prismatic'}">
        <axis xyz="${x2} ${y2} ${z2}"/>
        <limit effort="${effort}" velocity="${velocity}" lower="${lower}" upper="${upper}"/>
      </xacro:if>
      <!-- Nếu là khớp liên tục, chỉ thêm trục và giới hạn lực/tốc độ -->
      <xacro:if value="${type == 'continuous'}">
        <axis xyz="${x2} ${y2} ${z2}"/>
        <limit effort="${effort}" velocity="${velocity}"/>
      </xacro:if>
    </joint>
  </xacro:macro>

  <!-- Macro định nghĩa truyền động cho base (dùng giao diện vận tốc) -->
  <xacro:macro name="base_transmission" params="joint_name actuator_name">
    <transmission name="${joint_name}_transmission">
      <type>transmission_interface/SimpleTransmission</type> <!-- Loại truyền động đơn giản -->
      <actuator name="${actuator_name}">
        <hardwareInterface>hardware_interface/VelocityJointInterface</hardwareInterface> <!-- Giao diện vận tốc -->
        <mechanicalReduction>1</mechanicalReduction> <!-- Tỷ lệ giảm tốc: 1 -->
      </actuator>
      <joint name="${joint_name}">
        <hardwareInterface>hardware_interface/VelocityJointInterface</hardwareInterface>
      </joint>
    </transmission>
  </xacro:macro>

  <!-- Macro định nghĩa truyền động cho cánh tay (dùng giao diện lực) -->
  <xacro:macro name="arm_transmission" params="joint_name actuator_name">
    <transmission name="${joint_name}_transmission">
      <type>transmission_interface/SimpleTransmission</type> <!-- Loại truyền động đơn giản -->
      <actuator name="${actuator_name}">
        <hardwareInterface>hardware_interface/EffortJointInterface</hardwareInterface> <!-- Giao diện lực -->
        <mechanicalReduction>1</mechanicalReduction> <!-- Tỷ lệ giảm tốc: 1 -->
      </actuator>
      <joint name="${joint_name}">
        <hardwareInterface>hardware_interface/EffortJointInterface</hardwareInterface>
      </joint>
    </transmission>
  </xacro:macro>
```



```

<!-- Macro cấu hình thuộc tính Gazebo: vật liệu và ma sát -->
<xacro:macro name="gazebo" params="reference material mu1 mu2">
  <gazebo reference="${reference}">
    <material>${material}</material> <!-- Vật liệu hiển thị trong Gazebo -->
    <mu1>${mu1}</mu1> <!-- Hệ số ma sát 1 -->
    <mu2>${mu2}</mu2> <!-- Hệ số ma sát 2 -->
  </gazebo>
</xacro:macro>
</robot>

```

## ○ robot.xacro: Cấu hình thân robot và tay máy

```

<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="robot">
  <!-- Định nghĩa link thân chính (base_link) của robot -->
  <xacro:link link_name="base_link"
    x1="0.00402455" y1="4.46693e-17" z1="0.0886727" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="7.43294" <!-- Khối lượng: 7.43 kg -->
    ixx="0.0323519" ixy="0" ixz="-0.000431382" iyy="0.0606346" izy="0" izz="0.0810268"
    r="0.175" g="0.175" b="0.175" a="1.0" <!-- Màu xám đậm -->
    x2="0.00243663" y2="4.16334e-17" z2="0.0391321" roll2="0" pitch2="0" yaw2="0"/>

  <!-- Định nghĩa bánh xe 1 -->
  <xacro:link link_name="banh_xe_1"
    x1="-5.25222e-18" y1="2.39474e-17" z1="0.00456292" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.700837" <!-- Khối lượng: 0.7 kg -->
    ixx="0.000816204" ixy="1.75689e-20" ixz="1.65089e-45" iyy="0.000816204" izy="4.68061e-46" izz="0.00121262"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0" <!-- Màu xám đen -->
    x2="-6.93889e-18" y2="2.77556e-17" z2="-0.025" roll2="-1.5708" pitch2="-3.64847e-42" yaw2="2.45344e-17"/>

  <!-- Khớp liên tục cho bánh xe 1 gắn với base_link -->
  <xacro:joint joint_name="banh_xe_1_joint" type="continuous"
    x1="-0.127563" y1="0.14" z1="0.0641321" roll1="-1.5708" pitch1="1.42583" yaw1="3.14159"
    parent_link="base_link"
    child_link="banh_xe_1"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="10" velocity="10"/>

  <!-- Định nghĩa bánh xe 2 -->
  <xacro:link link_name="banh_xe_2"
    x1="1.68667e-18" y1="-1.7686e-17" z1="0.00456292" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.700837"
    ixx="0.000816204" ixy="4.60524e-20" ixz="1.48737e-45" iyy="0.000816204" izy="-2.27194e-45" izz="0.00121262"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0"
    x2="0" y2="-1.38778e-17" z2="-0.025" roll2="-1.5708" pitch2="-1.90898e-42" yaw2="4.22367e-17"/>

  <!-- Khớp liên tục cho bánh xe 2 gắn với base_link -->
  <xacro:joint joint_name="banh_xe_2_joint" type="continuous"
    x1="0.132437" y1="0.14" z1="0.0641321" roll1="-1.5708" pitch1="1.05145" yaw1="3.14159"
    parent_link="base_link"
    child_link="banh_xe_2"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="10" velocity="10"/>

  <!-- Định nghĩa bánh xe 3 -->
  <xacro:link link_name="banh_xe_3"
    x1="1.68667e-18" y1="-3.38768e-19" z1="0.00456292" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.700837"
    ixx="0.000816204" ixy="-1.97574e-20" ixz="0" iyy="0.000816204" izy="0" izz="0.00121262"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0"
    x2="0" y2="3.46945e-18" z2="-0.025" roll2="-1.5708" pitch2="0" yaw2="-1.73484e-17"/>

  <!-- Khớp liên tục cho bánh xe 3 gắn với base_link -->
  <xacro:joint joint_name="banh_xe_3_joint" type="continuous"
    x1="-0.127563" y1="-0.14" z1="0.0641321" roll1="-1.5708" pitch1="0.295982" yaw1="0"
    parent_link="base_link"
    child_link="banh_xe_3"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="10" velocity="10"/>

  <!-- Định nghĩa bánh xe 4 -->
  <xacro:link link_name="banh_xe_4"
    x1="2.94422e-17" y1="-3.80821e-18" z1="0.00456292" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.700837"
    ixx="0.000816204" ixy="-4.37987e-22" ixz="-1.61979e-46" iyy="0.000816204" izy="1.99461e-45" izz="0.00121262"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0"
    x2="2.77556e-17" y2="0" z2="-0.025" roll2="-1.5708" pitch2="7.68415e-43" yaw2="1.4056e-18"/>

  <!-- Khớp liên tục cho bánh xe 4 gắn với base_link -->
  <xacro:joint joint_name="banh_xe_4_joint" type="continuous"
    x1="0.132437" y1="-0.14" z1="0.0641321" roll1="1.5708" pitch1="0.033338" yaw1="3.14159"
    parent_link="base_link"
    child_link="banh_xe_4"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="10" velocity="10"/>

```

```

<!-- Định nghĩa xích 1 -->
<xacro:link link_name="xich_1"
    x1="2.90278e-16" y1="-4.8039e-17" z1="-0.03" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="2.81002" <!-- Khối lượng: 2.81 kg -->
    ixx="0.00760602" ixy="1.11093e-06" ixz="0" iyy="0.0406757" izy="0" izz="0.0465957"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0"
    x2="3.40439e-16" y2="-5.55112e-17" z2="0" roll2="1.5708" pitch2="0" yaw2="0"/>

<!-- Khớp cố định cho xích 1 gắn với base_link -->
<xacro:joint joint_name="xich_1_joint" type="fixed"
    x1="0.0025" y1="-0.105" z1="0.064" roll1="-1.5708" pitch1="1.82546e-16" yaw1="0"
    parent_link="base_link"
    child_link="xich_1"/>

<!-- Định nghĩa xích 2 -->
<xacro:link link_name="xich_2"
    x1="-0.0432788" y1="-0.055" z1="-0.03" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="2.81002"
    ixx="0.00760602" ixy="-1.11093e-06" ixz="0" iyy="0.0406757" izy="0" izz="0.0465957"
    r="0.1" g="0.1" b="0.1" a="1.0"
    x2="-0.0432788" y2="-0.055" z2="-0.06" roll2="-1.5708" pitch2="0" yaw2="0"/>

<!-- Khớp cố định cho xích 2 gắn với base_link -->
<xacro:joint joint_name="xich_2_joint" type="fixed"
    x1="-0.0406" y1="0.105" z1="0.0091" roll1="-1.5708" pitch1="0" yaw1="3.14159"
    parent_link="base_link"
    child_link="xich_2"/>

<!-- Định nghĩa khâu 1 (có thể là phần cố định của cánh tay) -->
<xacro:link link_name="khau_1"
    x1="-8.22159e-20" y1="-9.32786e-20" z1="-0.186482" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="1.23111" <!-- Khối lượng: 1.23 kg -->
    ixx="0.0507892" ixy="0" ixz="0" iyy="0.0507892" izy="0" izz="0.00254127"
    r="1.0" g="1.0" b="1.0" a="1.0" <!-- Màu trắng -->
    x2="0" y2="3.33585e-18" z2="0" roll2="3.14159" pitch2="0" yaw2="0"/>

<!-- Khớp cố định cho khâu 1 gắn với base_link -->
<xacro:joint joint_name="khau_1_joint" type="fixed"
    x1="0.0649366" y1="4.67039e-17" z1="0.138132" roll1="3.14159" pitch1="0" yaw1="0"
    parent_link="base_link"
    child_link="khau_1"/>

<!-- Định nghĩa khớp (có thể là phần di động của cánh tay) -->
<xacro:link link_name="khop"
    x1="7.63332e-19" y1="8.07171e-20" z1="-0.015" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="0.485965" <!-- Khối lượng: 0.49 kg -->
    ixx="0.000545572" ixy="7.21303e-49" ixz="0" iyy="0.000545572" izy="0" izz="0.00101825"
    r="0.13" g="0.44" b="0.70" a="1.0" <!-- Màu xanh nhạt -->
    x2="0" y2="-3.9801e-18" z2="-0.03" roll2="0" pitch2="0" yaw2="1.3617e-45"/>

<!-- Khớp tịnh tiến cho khâu 1 và khớp -->
<xacro:joint joint_name="khop_joint" type="prismatic"
    x1="0" y1="2.80737e-25" z1="-0.210059" roll1="-3.14159" pitch1="6.59901e-17" yaw1="-1.96037e-29"
    parent_link="khau_1"
    child_link="khop"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="100" velocity="10" lower="-0.135059" upper="0.44"/>

<!-- Định nghĩa khâu 2 (có thể là phần cuối của cánh tay) -->
<xacro:link link_name="khau_2"
    x1="0.228819" y1="-6.22477e-10" z1="-0.0150176" roll1="0" pitch1="0" yaw1="0"
    mass="1.61532" <!-- Khối lượng: 1.62 kg -->
    ixx="0.0023024" ixy="-2.36835e-10" ixz="-6.71781e-06" iyy="0.0271882" izy="1.68742e-11" izz="0.0288969"
    r="1.0" g="1.0" b="1.0" a="1.0" <!-- Màu trắng -->
    x2="0" y2="-3.90313e-18" z2="-0.03" roll2="-5.99742e-33" pitch2="-6.51514e-33" yaw2="-3.10412e-18"/>

<!-- Khớp liên tục cho khớp và khâu 2 -->
<xacro:joint joint_name="khau_2_joint" type="continuous"
    x1="0" y1="8.97939e-27" z1="0" roll1="-9.25178e-17" pitch1="2.59191e-16" yaw1="-3.12038"
    parent_link="khop"
    child_link="khau_2"
    x2="0" y2="0" z2="1" effort="10" velocity="10"/>

<!-- Thuộc tính Gazebo cho các link -->
<xacro:gazebo reference="base_link" material="Gazebo/DarkGray" mu1="0.2" mu2="0.2"/> <!-- Thân robot: xám đậm, ma sát thấp -->
<xacro:gazebo reference="banh_xe_1" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Bánh xe 1: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="banh_xe_2" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Bánh xe 2: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="banh_xe_3" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Bánh xe 3: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="banh_xe_4" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Bánh xe 4: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="xich_1" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Xích 1: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="xich_2" material="Gazebo/FlatBlack" mu1="1.0" mu2="1.0"/> <!-- Xích 2: đen, ma sát cao -->
<xacro:gazebo reference="khau_1" material="Gazebo/White" mu1="0.2" mu2="0.2"/> <!-- Khâu 1: trắng, ma sát thấp -->
<xacro:gazebo reference="khop" material="Gazebo/SkyBlue" mu1="0.2" mu2="0.2"/> <!-- Khớp: xanh nhạt, ma sát thấp -->
<xacro:gazebo reference="khau_2" material="Gazebo/White" mu1="0.2" mu2="0.2"/> <!-- Khâu 2: trắng, ma sát thấp -->
</robot>

```

○ xe\_tang.urdf.xacro: Chạy chính

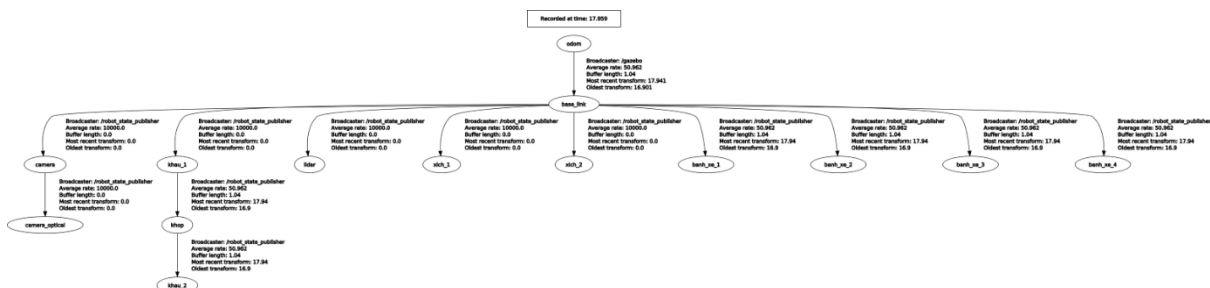
```

<?xml version="1.0"?>
<robot xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro" name="xe-tang">
  <!-- Bao gồm file macro định nghĩa các hàm tái sử dụng (link, joint, transmission, v.v.) -->
  <xacro:include filename="macros.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file cấu hình điều khiển cánh tay robot -->
  <xacro:include filename="arm_controller.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file cấu hình điều khiển base (di chuyển) của robot -->
  <xacro:include filename="base_controller.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file cấu hình camera của robot -->
  <xacro:include filename="camera.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file cấu hình encoder cho odometry và điều khiển bánh xe -->
  <xacro:include filename="encoder.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file cấu hình LiDAR cho quét môi trường -->
  <xacro:include filename="lidar.xacro"/>
  <!-- Bao gồm file định nghĩa cấu trúc chính của robot (links và joints) -->
  <xacro:include filename="robot.xacro"/>
</robot>

```

#### - Danh sách các link:

- odom
- base\_link
- banh\_xe\_1
- banh\_xe\_2
- banh\_xe\_3
- banh\_xe\_4
- xich\_1
- xich\_2
- lidar
- camera
- camera\_optical
- khâu\_1
- khâu
- khâu\_2



#### - Các cảm biến:

- LIDAR gắn với base\_link loại fixed
- Camera gắn với base\_link loại fixed
- Encoder

### 4. Mô tả cơ chế điều khiển trên Gazebo

- Cơ chế điều khiển được thực hiện thông qua plugin libgazebo\_ros\_control.so, được tích hợp trong file xacro. Plugin

này cho phép sử dụng ROS Control để điều khiển các khớp của robot (4 bánh xe, 2 khớp của tay máy).

- File cấu hình `arm_controller.yaml` và `base_controller.yaml` định nghĩa cấu hình hai bộ điều khiển tay máy và robot với thông số PID để đảm bảo chuyển động chính xác.
- Trong mô phỏng, robot nhận lệnh thông qua ROS topic, cho phép điều khiển chuyển động trong môi trường Gazebo.
- Các transmission có chức năng định nghĩa các khớp trong Gazebo với controller để điều khiển.

## 5. Các thành phần chính của code, cấu trúc của dự án

- Các thành phần chính của code:
  - o File `xacro`
    - Chức năng: mô tả cấu trúc vật lý của robot (link, joint).
  - o File cấu hình ROS Control (YAML)
    - Chức năng: định nghĩa các controller điều khiển robot.
    - Gồm `arm_controller.yaml` và `base_controller.yaml` được tải khi mở file launch.
  - o File launch (`empty.world.launch`):
    - Chức năng: khởi động toàn bộ hệ thống (Gazebo, Rviz, controller).
  - o Script điều khiển (`encoder.py` và `teleop_keyboard.py`)
    - Chức năng: viết node ROS để gửi và nhận lệnh từ robot.
  - o Plugin Gazebo (`libgazebo_ros_control.so`, `libgazebo_ros_camera.so`, `libgazebo_ros_laser.so`, `libgazebo_ros_diff_drive.so`)
    - Chức năng: Kết nối mô phỏng Gazebo với ROS.